






Evolução Artificial e Arte



Penousal Machado

Estrutura




-  Introdução
-  Computação Evolucionária
-  Arte Evolucionária
-  Arte Evolucionária @ FCTUC
-  Comentários Finais



Introdução

Inteligência Artificial



- Aplicações tipicamente associadas à Inteligência Artificial:
 - Xadrez
 - Diagnóstico médico
 - Resolução de Problemas
 - Optimização
 - ...
- Inteligência é mais do que isso... 

3



Introdução

Arte Artificial



- Vivemos na era da arte digital
 - A máquina substitui o pincel como veículo para o desenvolvimento da criatividade do artista.
- Mas isto é apenas o início de uma revolução.
- Acreditamos num futuro em que a arte não é uma actividade exclusiva dos humanos
 - Em que a máquina é mais do que uma ferramenta, transformando-se num verdadeiro artista artificial.

4



Introdução

A nossa abordagem



- Ninguém sabe como construir um Artista Artificial
 - Quanto mais não seja porque ninguém sabe como funciona um artista
- Solução:
 - Evoluir em vez de programar
- Efeitos Secundários
 - Comportamento inesperado
 - Continuaremos sem saber como funciona
 - A evolução requer tempo

5

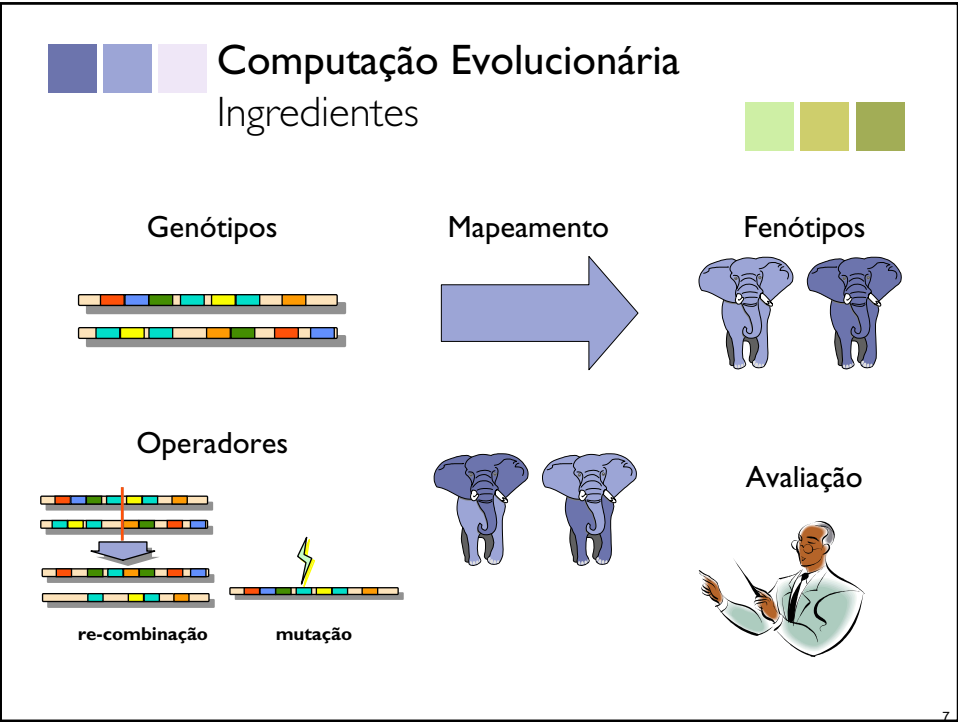


Estrutura

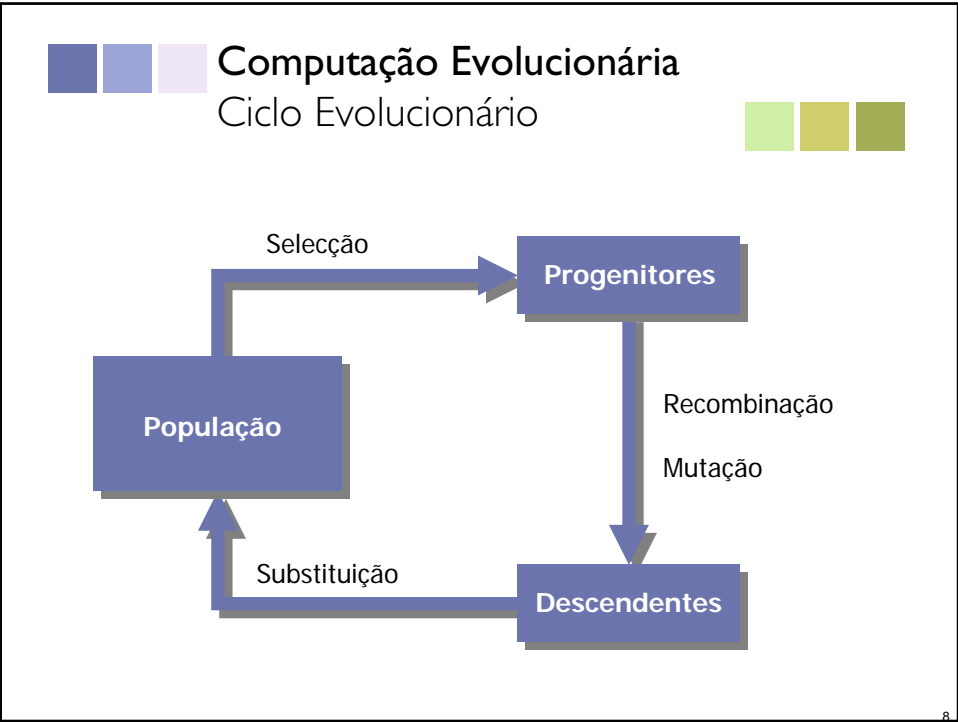


- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
- Comentários Finais

6



7



8



Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
 - Terminologia
 - Criatividade Assistida por Computador
- Arte Evolucionária @ FCTUC
- Comentários Finais

9



Sistemas Criativos

Terminologia



- Ferramentas de Apoio à Criatividade
 - O utilizador é responsável pela geração da ideia.
- Criatividade Assistida por Computador
 - A ideia nasce da interação entre utilizador e ferramenta.
- Artistas Artificiais
 - O computador é responsável pela geração da ideia.

10

Criatividade Assistida por Computador

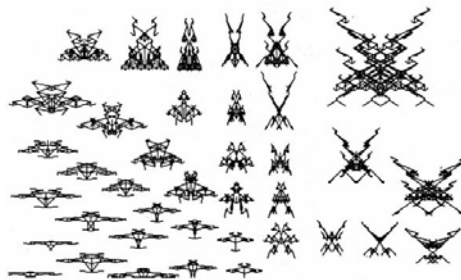
- Evolução Interactiva
 - Sistema evolucionário standard
 - O utilizador avalia os indivíduos
- Dependendo do domínio de aplicação e características do sistema, pode resultar em [Criatividade Assistida por Computador](#).
- Abordagem popular na geração de música e imagem

11

Criatividade Assistida por Computador

Richard Dawkins

- The Blind Watchmaker, 1987.
 - Evolução da morfologia de criaturas virtuais.
 - Algoritmo Genético
 - Evolução guiada pelo Utilizador



12

■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador
Karl Sims



■ Programação Genética

- Evolução de programas que geram imagens.



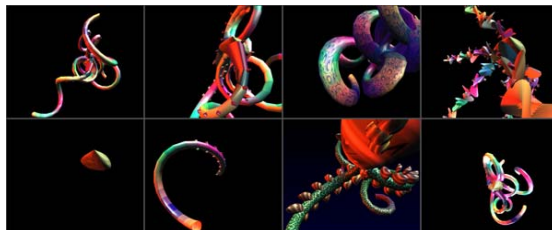
<http://www.biota.org/ksims/>

13

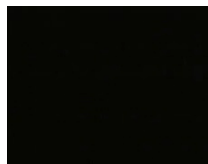
■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador
Karl Sims



■ Galapagos



■ Primordial Dance



<http://www.biota.org/ksims/>

14



Criatividade Assistida por Computador

William Latham



Inspiração

- Crescimento de cristais
- Repetição



<http://www.artworks.co.uk>

15



Criatividade Assistida por Computador

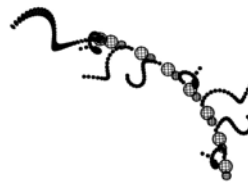
William Latham



Primitivas



Combinação



```

hh1: = horn ribs (20) /* make a horn with 20 ribs */
      sphere (0.4) /* out of spheres */
      stack (12) twist (400,2) bend (60); /* deformed thus */

horn: = (horn ribs (20) /* another horn */
        sphere (1) /* uses three input forms */
        sphere (1.5) /* two sphere of different size */
        (csg (hh1) xrot (90)) /* and the old horn */
        stack (40) twist (400) bend (40))

c /* This makes a list of horns */
(horn ribs (40) /* that joins this one */
 ellipsoid (1, 0.5, 0.3) /* to the tail of the other. */
 stack (20) twist (400,4) bend (40))

```

<http://www.artworks.co.uk>

16

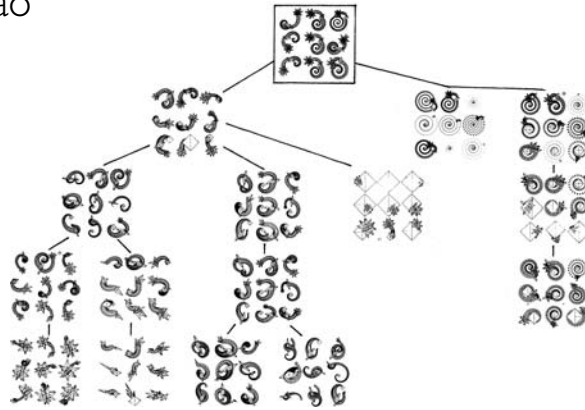


Criatividade Assistida por Computador

William Latham



■ Exploração



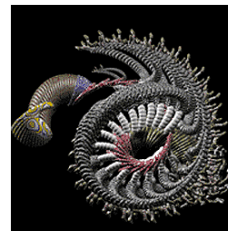
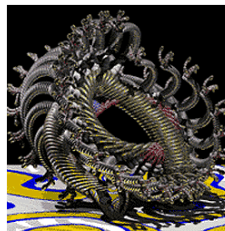
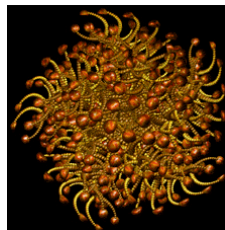
<http://www.artworks.co.uk>

17



Criatividade Assistida por Computador

William Latham



<http://www.artworks.co.uk>

18



Criatividade Assistida por Computador

Jon McCormack



19



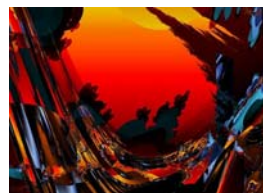
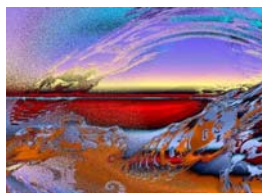
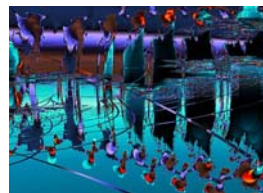
Criatividade Assistida por Computador

Steven Rooke



■ Abordagens semelhante à de K. Sims

■ Primitivas fractais



20

■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador
Matthew Lewis



- Algoritmo Genético
 - Evolução de shaders para RenderMan
 - Evolução paramétrica
 - 250 parametros



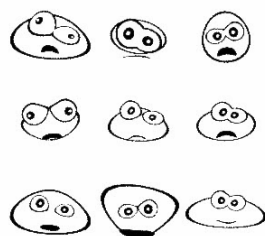
<http://www.cgrg.ohio-state.edu/~mlewis>

21

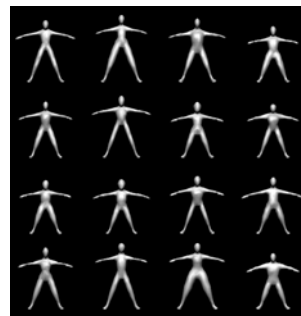
■ ■ ■ Criatividade Assistida por Computador
Matthew Lewis



- Animações



- Figuras Humanas



<http://www.cgrg.ohio-state.edu/~mlewis>

22



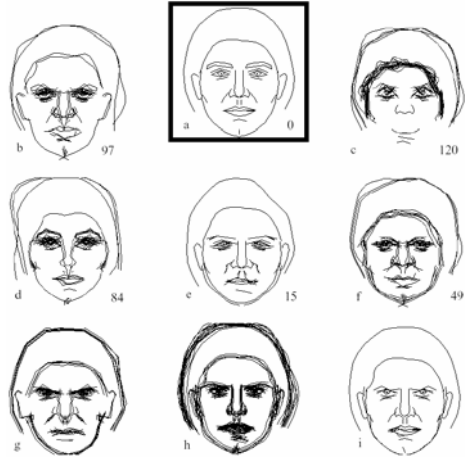
Criatividade Assistida por Computador

Ellie Baker



■ Algoritmo Genético

■ Desenhos



http://people.deas.harvard.edu/users/students/Ellen_Baker/Ellen_Baker.html

23

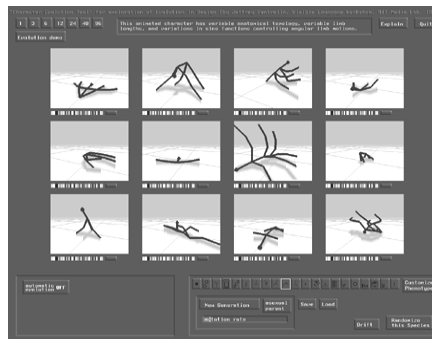


Criatividade Assistida por Computador

Jeffery Ventrella



■ [Disney Meets Darwin](#)

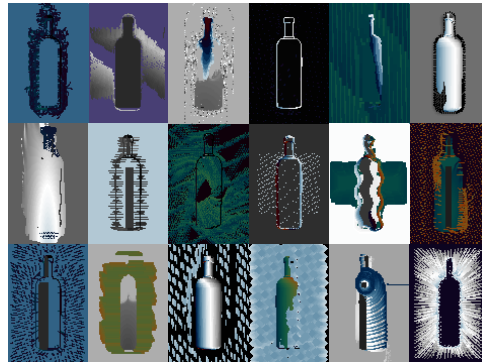
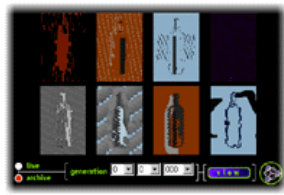


<http://www.disneymeetsdarwin.com/>

24

Criatividade Assistida por Computador
Jeffery Ventrella & Kevin Kelly

Garrafas de Absolut Vodka



25

Criatividade Assistida por Computador
Vodka e Criatividade?

Steven Rooke
Anuncio para Absolut
Vodka



26

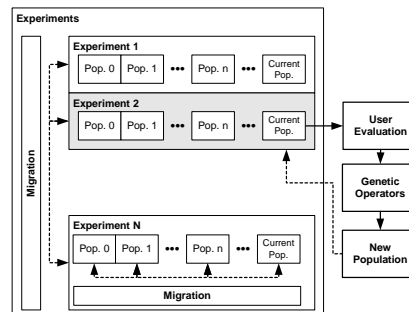
Estrutura

- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Inicialização não aleatória
 - Automatização parcial da avaliação
 - Artista Artificial
 - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

27

Criatividade Assistida por Computador NEvAr

- NEvAr
 - Abordagem semelhante à de Sims
 - Programação Genética
- Objectivo
 - Construir um artista artificial



<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

28

Criatividade Assistida por Computador

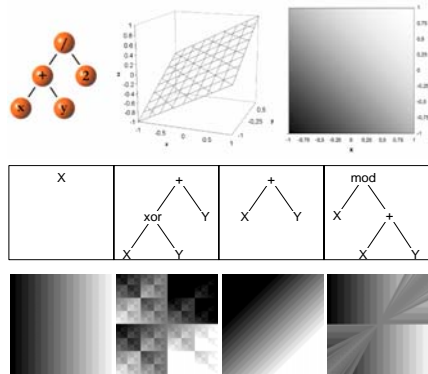
NEvAr - Representação

Os indivíduos são árvores

- Conjunto de funções
 - + , - , x , % , sin , if , xor , ...
- Conjunto de terminais
 - x , y , constantes
 - vectores-3d (utilizados para introduzir cor)

Exemplo:

$$f(x,y) = (x+y)/2$$



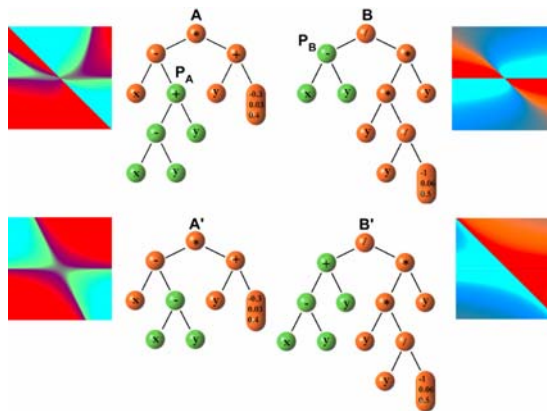
29

Criatividade Assistida por Computador

NEvAr- Operadores Genéticos

Mutação

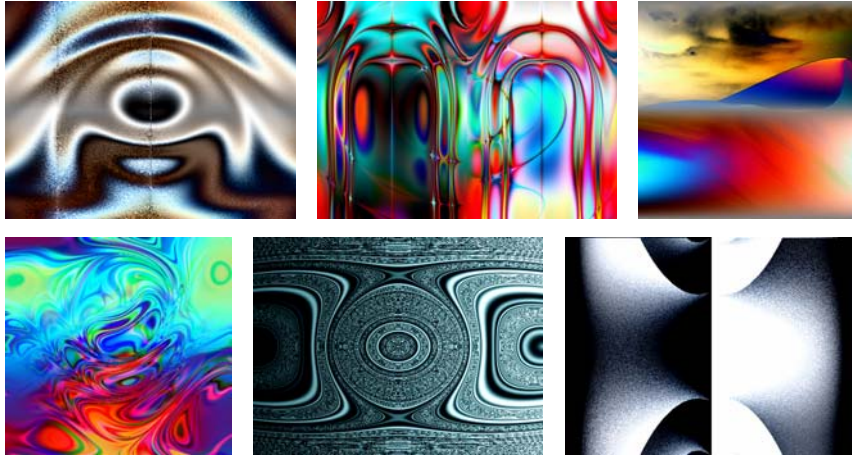
Recombinação



30



Criatividade Assistida por Computador NEvAr

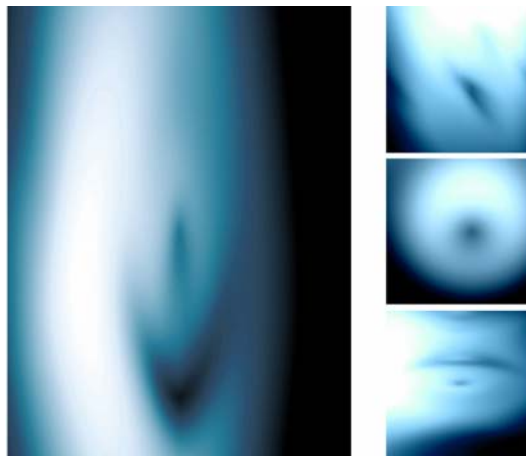


<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

31



Criatividade Assistida por Computador NEvAr



32



Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Automatização parcial
 - Artista Artificial
 - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

33



NEvAr

Automatização Parcial



- Ideia base:
 - A complexidade das imagens é uma característica importante do ponto de vista estético.
- Estimar a complexidade de imagem utilizando compressão fractal e jpeg.
 - Erro/Taxa de Compressão
- Utilizar as estimativas para comparar e avaliar imagens.
- Limitações:
 - Só lida com imagens em tons de cinzento.

<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

34



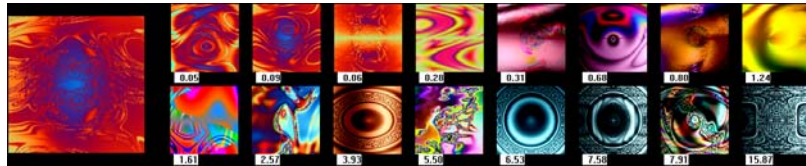
NEvAr

Automatização Parcial

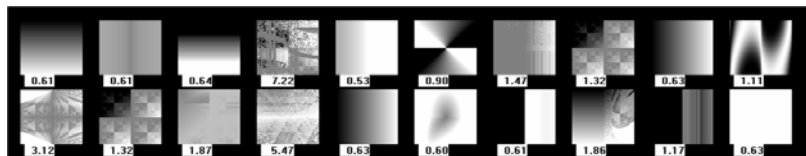


■ Inicialização não aleatória

- Recolha de imagens com base na complexidade



■ Filtragem



35



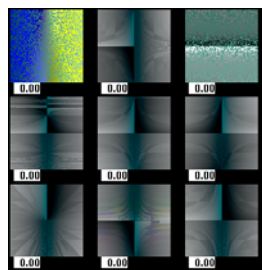
NEvAr

Parcialmente Interactivo

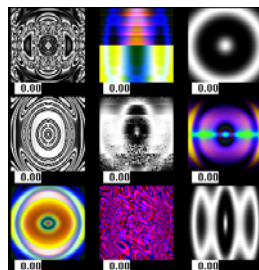


■ Objectivo

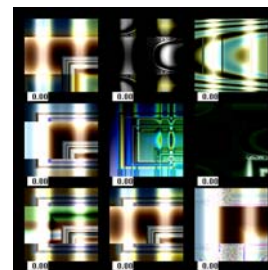
- Diminuir o cansaço do utilizador
- Obter imagens colorações interessantes



3 gerações



20 gerações



20 gerações, 3 avaliações

36

Estrutura



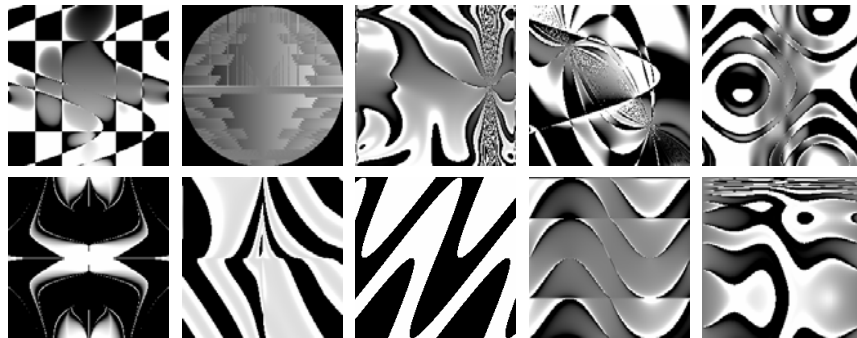
- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Automatização parcial
 - Artista Artificial
 - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

37

NEvAr Artista Artificial



- Preferir imagens simultaneamente complexas e simples de processar



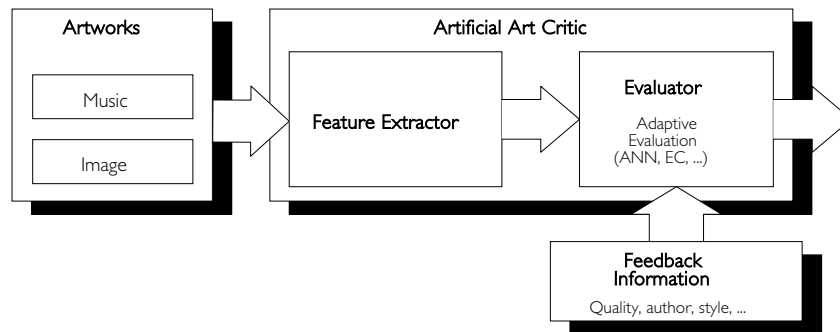
<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

38

Críticos de Arte Artificiais

Arquitectura

■ Artista Artificial = Criador + Crítico



39

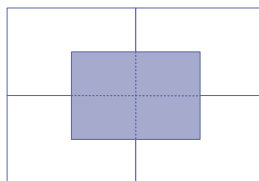
Críticos de Arte Artificiais

Arquitectura

■ Métricas

- Estimativas de Complexidade
- Dimensão Fractal de vários atributos
- Distribuição de Zipf de de vários atributos

■ Particionar a imagem e repetir



40



Resultados Experimentais

Tarefas de identificação



Tarefa:

- Identificar o autor de determinada obra.

Resultados

- 6 Autores
- 802 Pinturas
 - 561 para treino
 - 241 para teste
- Taxa de Sucesso \cong 93%

<http://www.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>

41



Resultados Experimentais

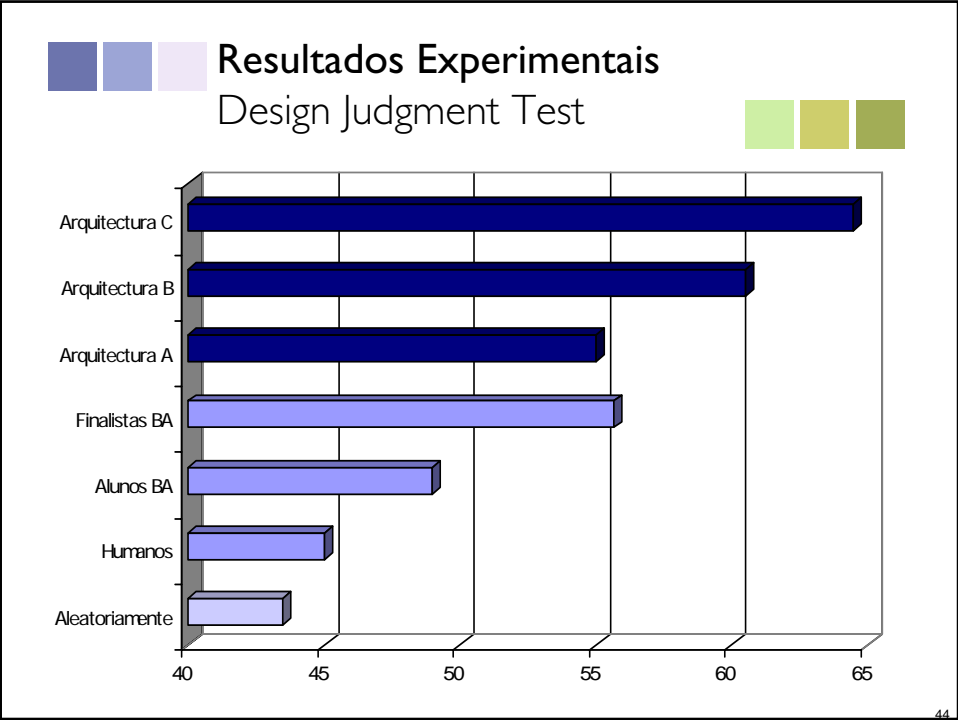
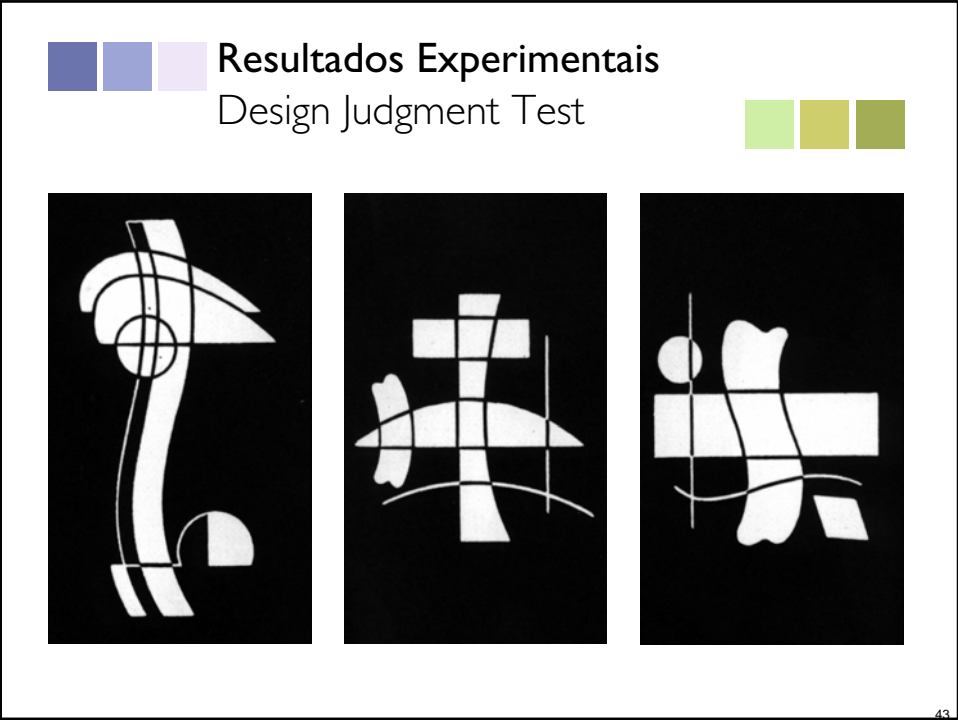
Design Judgment Test



Design Judgment Test

- Teste Psicológico desenvolvido por Maitland Graves
- Avalia a resposta humana a certos princípios estéticos
- Coposto por 90 páginas, cada página contém um conjunto de imagens.
 - Uma das imagens obedece a princípios estéticos.
 - As restantes violam pelo menos um princípio.

42



Estrutura



- Introdução
- Computação Evolucionária
- Arte Evolucionária
- Arte Evolucionária @ FCTUC
 - Criatividade Assistida por Computador
 - Automatização parcial
 - Artista Artificial
 - Trabalho em Curso
- Comentários Finais

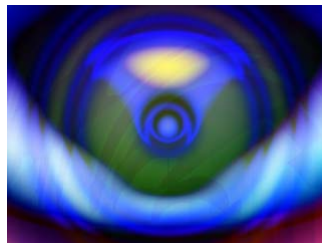
45

Trabalho em Curso

Vídeo



- Morphing Genético



Movie.avi

movie-twin.avi

46



Trabalho em Curso

Artista Artificial



■ Crítico de Arte Artificial

- Rede neuronal treinada para distinguir entre imagens do NEvAr e Pinturas

■ Criador

- NEvAr

■ Objectivo

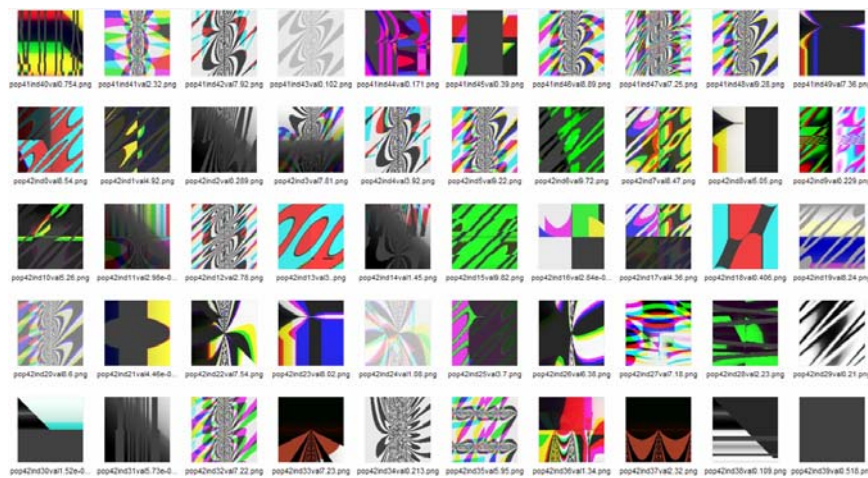
- Variação Estilística

47



Trabalho em Curso

Artista Artificial

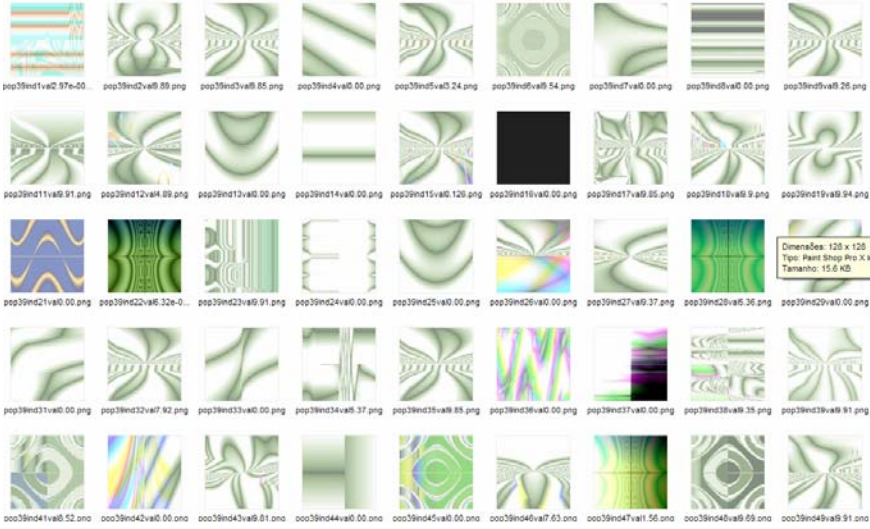


48



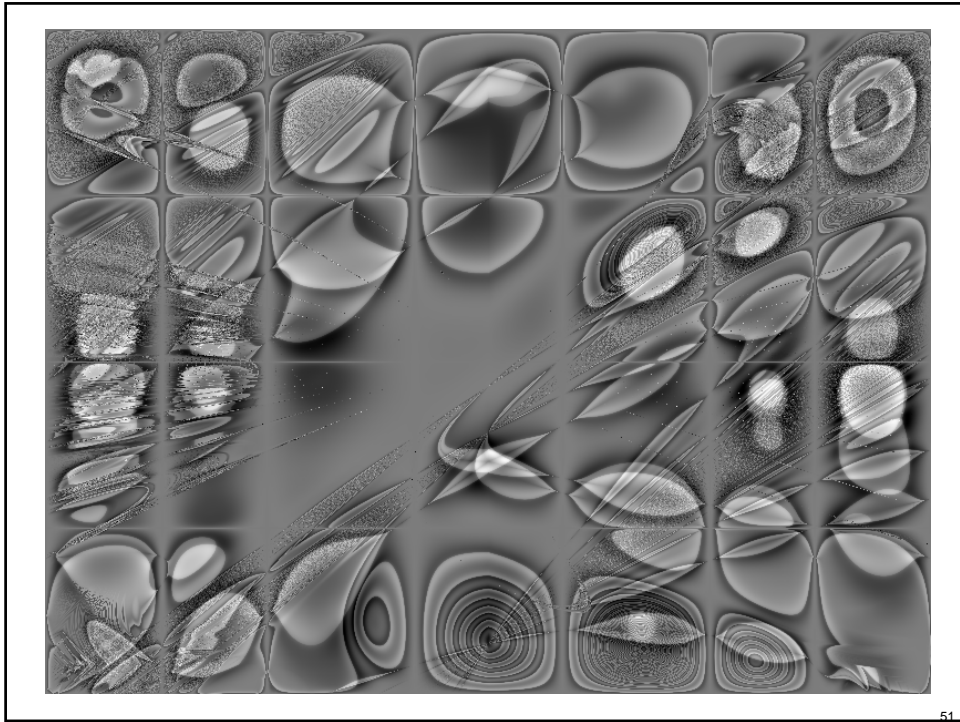
Trabalho em Curso

Artista Artificial



49










51

 Estrutura



-  Introdução
-  Computação Evolucionária
-  Arte Evolucionária
-  Arte Evolucionária @ FCTUC
-  Comentários Finais

52



Comentários Finais



- Há ainda um longo caminho a percorrer...
 - Links
 - NEvAr: <http://eden.dei.uc.pt/~machado/NEvAr>
 - Conferências
 - evoMUSART: <http://www.evostar.org/>
 - Livros
 - The Art of Artificial Evolution
 - The Age of the Intelligent Machines

machado@dei.uc.pt