

CreArt² Creative Artificial Artists

Penousal Machado
Centre for Informatics and Systems of the University of Coimbra
3030 Coimbra, Portugal
machado@dei.uc.pt

Juan Romero
Faculty of Computer Science, University of Coruña
15071 A Coruña, Spain
jj@udc.es

1 Introdução

Vivemos na era da arte digital, na qual 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.

O desejo de utilizar métodos computacionais para construir sistemas de produção artística existe há cerca de 150 anos, desde que Ada Byron sonhou com a criação de um computador com capacidades musicais. A partir desse momento, tem sido utilizada uma panóplia de técnicas no estudo e desenvolvimento de sistemas artísticos artificiais. Destas, destacam-se as pertencentes à área da Inteligência Artificial, sendo alguns exemplos as abordagens baseadas em regras, redes neuronais, modelação matemática, gramáticas generativas, etc.

Nos últimos anos, as abordagens de inspiração biológica, nomeadamente as técnicas de computação evolucionária, vida artificial e inteligência de enxame, têm vindo a ganhar popularidade no domínio da produção artística. Esta tendência encontra explicação no reconhecimento progressivo da existência de outras formas de inteligência que não a humana, e, conseqüentemente, numa visão menos antropocêntrica do universo.

Independentemente das técnicas utilizadas, a esmagadora maioria dos sistemas computacionais de geração artística carece de autonomia. A sua dependência dos seres humanos é evidente, especialmente no que concerne a conceitos estéticos que, mesmo quando presentes, são impostos de forma directa ou indirecta pelo utilizador ou programador.

Desta forma, e salvo raríssimas exceções, apesar de toda a sua sofisticação, estes sistemas não passam de meras ferramentas, pincéis inteligentes, escravos em vez de artistas.

O objectivo da nossa investigação é a criação de um verdadeiro artista artificial. Um artista que seja autónomo, que possua os seus próprios critérios estéticos e artísticos, que não dependa nem seja subjugado pelos humanos, mas que possa interagir com eles de igual para igual, e integrar-se numa sociedade híbrida e igualitária, adaptando-se ao contexto cultural circundante e às suas alterações.

Conforme se pode depreender dos objectivos acima mencionados, espera-nos um longo caminho que já começámos a trilhar. É precisamente este percurso que descrevemos em seguida mencionando também etapas futuras de investigação.

Começamos por fazer uma síntese do trabalho realizado no âmbito do projecto NEvAr, que visava a criação de uma ferramenta de apoio à criatividade. Posteriormente, descrevemos as primeiras etapas de automação do sistema, que permitiram transformar esta ferramenta num artista artificial embrionário. Finalizamos apresentando o projecto CreArt², que possuirá as características fundamentais de um Artista Artificial.

2 NEvAr - Uma Ferramenta de Arte Evolucionária

Ao longo do tempo, a selecção natural [Darwin, 1859] deu origem a uma grande variedade de espécies adaptadas ao meio ambiente que as rodeia. Algumas destas espécies, entre as quais a humana, exibem comportamentos inteligentes. Sendo a fonte da Inteligência Natural, a evolução tornou-se uma fonte de inspiração para a Inteligência Artificial.

A área da Computação Evolucionária imita os mecanismos fundamentais da evolução: selecção, que garante que os indivíduos mais aptos têm maiores probabilidades de sobreviver e de se reproduzirem; reprodução com variação que assegura a herança do material genético dos progenitores e a sua alteração, o que permite a evolução. Desta forma, a Computação Evolucionária transforma as ideias de Darwin em algoritmos, permitindo a evolução de populações de soluções para problemas específicos [Holland, 2000].

Devido à subjectividade inerente à produção artística, e à consequente dificuldade em criar um algoritmo que permita determinar a “aptidão” de uma obra de arte, os sistemas evolucionários artísticos são tipicamente guiados pelo utilizador, que avalia as obras da população actual de acordo com as suas preferências. As obras melhor classificadas têm maiores probabilidades de gerar descendência, o que significa que gradualmente as populações se aproximam das preferências do utilizador.

Seguindo este paradigma, começamos por desenvolver uma ferramenta de arte evolucionária, NEvAr, que permite evoluir populações de imagens [Machado & Cardoso, 2002]. Para o efeito recorre-se a Programação Genética [Koza, 1992]. O genótipo dos indivíduos é um programa, que quando executado resulta numa imagem, fenótipo. Os programas assumem a forma de árvore, e são construídos a partir de um léxico de funções e terminais.

Privilegiou-se a utilização de funções simples, pretendendo-se desta forma que as imagens resultem da combinação cuidadosa de primitivas simples e não do recurso a funções de alto nível. Assim, os programas são compostos maioritariamente por funções aritméticas e trigonométricas. Os resultados da sua execução podem ser vistos como representações gráficas de expressões (ver Figura 1). Através da utilização de um tipo de nó terminal que devolve valores distintos para cada um dos canais de cor, torna-se possível a evolução de imagens a cores.

Tal como na natureza, as operações genéticas são executadas ao nível do genótipo, enquanto que a aptidão é determinada pelo fenótipo, neste caso de acordo com as preferências do utilizador.

Figura 1: À esquerda, a expressão $f(x)=(x+y)/2$ representada em forma de árvore; Ao centro, um gráfico 3d da expressão matemática; À direita uma imagem gerada através da atribuição de um tom de cinzento a cada valor de $f(x)$.

No modo mais simples de execução o NEvAr funciona da seguinte forma:

1. Gera uma população aleatória de imagens.
2. O utilizador avalia as imagens da população actual.
3. Selecciona um conjunto de progenitores; As imagens preferidas pelo utilizador têm maiores probabilidades de ser seleccionadas.
4. Gera uma nova população através da recombinação e mutação do material genético dos progenitores.
5. Volta ao ponto 2.

À medida que o processo evolutivo avança, as populações de imagens vão-se aproximando das preferências do utilizador, dando origem a imagens interessantes aos seus olhos.

Ao contrário do que acontece com as ferramentas convencionais, o uso do NEvAr implica que o artista/utilizador deixa de ser responsável pela criação da *ideia*, esta passa a ser resultado de um processo evolucionário e da interacção, que se supõe simbiótica, entre artista e ferramenta. Ou seja, o uso desta ferramenta implica alterações ao processo criativo e artístico, acarretado um menor grau de controlo. Apesar destas alterações, as obras produzidas obedecem às preferências estéticas do artista, que se revê nas obras criadas [Machado & Cardoso, 2002].

3 O Artista em Estado Embrionário

Satisfeitos com as capacidades de geração da ferramenta desenvolvida, a etapa seguinte da nossa investigação caracterizou-se pela automação de uma série de mecanismos. Apesar destes não serem suficientes para que o NEvAr possa ser considerado um verdadeiro Artista Artificial, estabeleceram uma base sólida para trabalho futuro.

O primeiro passo consistiu no desenvolvimento de um conjunto de filtros que eliminam indivíduos claramente desinteressantes. Para o efeito, analisam o código genético e as imagens resultantes da expressão deste código. Seguindo as ideias de R. Arnheim [Arnheim, 1956], que estabelece uma relação entre complexidade e estética, as imagens com valores de complexidade fora de um intervalo definido pelo utilizador são substituídas por novas imagens com valores adequados de complexidade.

Apesar da simplicidade da camada de filtragem, o seu uso permite aumentar significativamente a qualidade média das imagens, especialmente durante a fase inicial do processo evolutivo.

O NEvAr começava por gerar uma população aleatória de imagens. Com o tempo, esta limitação tornou-se despropositada, quanto mais não seja porque, graças às muitas horas passadas a evoluir imagens e a testar o sistema, possuíamos uma vasta base de imagens que poderiam ser utilizadas como ponto de partida. No entanto, a extensão da base de imagens e a dificuldade em organiza-la de forma consistente dificultava a sua utilização e gestão.

Para colmatar este problema, desenvolvemos métodos de inicialização não aleatórios. O utilizador indica uma obra, e o sistema procura na base de imagens indivíduos que sejam estilisticamente semelhantes, que são utilizados como população inicial.

Uma das vantagens desta abordagem consiste no facto de permitir a selecção de qualquer imagem, mesmo que não tenha sido gerada com o NEvAr, como ponto de comparação. Torna-se assim possível procurar indivíduos que se aproximem estilisticamente com uma obra de determinado autor.

Figura 2: À esquerda a imagem seleccionada pelo utilizador, à direita os indivíduos devolvidos pelo mecanismo de pesquisa. O valor indica o grau de semelhança.

A etapa seguinte consistiu no desenvolvimento de um mecanismo de avaliação de imagens. Tal como nos mecanismos anteriormente descritos, recorremos a estimativas de complexidade, tentando estabelecer uma distinção entre complexidade do estímulo visual e complexidade da tarefa de percepção. As imagens que são simultaneamente visualmente complexas e simples de processar são valorizadas.

Apesar das limitações da nossa abordagem, os resultados são surpreendentemente bons, especialmente em modo semi-automático. Neste modo de funcionamento, o utilizador pode intervir em qualquer fase do processo evolutivo fazendo as suas avaliações, no entanto se optar por não o fazer, o sistema utilizará os seus próprios critérios para avaliar as imagens e produzir novas populações. As experiências efectuadas indicam que se obtêm resultados semelhantes ou superiores aos alcançados em modo totalmente interactivo, desde que as intervenções do utilizador sejam relativamente frequentes (p.ex. a cada 10 gerações). Na figura 2 apresentamos, a título de curiosidade, exemplos de imagens geradas em modo totalmente autónomo.

Figure 3: Exemplos de imagens evoluídas em modo totalmente autónomo.

Motivados pelo sucesso desta abordagem pouco burilada, iniciamos o desenvolvimento de Críticos de Arte Artificiais – sistemas que produzem avaliações de obras de arte. Na nossa abordagem, estes sistemas são constituídos por dois módulos: um extractor de características que faz uma análise da obra de arte, devolvendo um conjunto de valores para métricas específicas; um avaliador adaptativo, constituído por uma rede neuronal artificial, que executa uma avaliação da obra de acordo com os valores das métricas.

A nossa abordagem tem sido testada em tarefas que permitem uma análise objectiva dos resultados, nomeadamente na identificação do autor ou estilo de obras. Os resultados obtidos são promissores, alcançando-se taxas de sucesso superiores a 95% tanto no domínio musical como no das artes visuais [Machado et al., 2004].

4 Artista Artificial

Tal como referimos no início deste artigo, o objectivo último da nossa investigação é a construção de sistemas que possam ser classificados como Artistas Artificiais. De acordo com a nossa visão, isto implica que os sistemas devem possuir as seguintes características:

- Sociabilidade – Um artista humano não parte do zero, tem acesso a um conjunto de obras produzidas por outros artistas, a uma série de experiências acumuladas ao longo da vida, e a todo um contexto cultural envolvente. Da mesma forma, um Artista Artificial deve estar integrado numa sociedade e ter a capacidade de interagir com ela, acedendo à produção artística da sociedade, buscando inspiração em obras ou eventos, e contribuindo para a evolução da mesma.
- Aprendizagem – O sistema não deve ser estático, deve evoluir ao longo do tempo tal como um artista humano que muda e refina a sua produção artística de acordo com o conhecimento que vai adquirindo, com o contexto cultural circundante, e com as alterações deste contexto.
- Estética Própria – O sistema deve possuir os seus próprios critérios estéticos, ter a capacidade de avaliar as suas obras e as obras de outros artistas. Um artista – artificial ou humano – é antes de mais um observador. Sem a capacidade de efectuar os seus próprios juízos estéticos, o sistema seria incapaz de apreciar a beleza de uma obra de arte e de se inspirar nela. Desta forma, deixaria de ser um artista para passar a ser um mero sistema de geração de imagens.
- Criatividade - A capacidade de produzir obras de arte novas e inovadoras é fundamental para que o sistema possa ser considerado um verdadeiro artista. Não estamos interessados em sistemas que produzam variações menores de obras existentes, mas sim em sistemas que tenham o potencial de gerar novas formas e, eventualmente, novos estilos de arte, expandindo os horizontes artísticos humanos.
- Existência Física – A maior parte dos sistemas artificiais existentes vive em completo isolamento. O mesmo não acontece com um artista humano que vive

num mundo repleto de estímulos. Aquilo que nós somos, a forma como sentimos, pensamos e agimos, está intimamente ligada ao nosso corpo e aos nossos sentidos. O corpo condiciona a mente contribuindo para o desenvolvimento da mesma. Assim, um artista artificial deve possuir um corpo e um conjunto de sensores e actuadores que lhe permitam aceder e alterar o mundo que o rodeia, acumulando um conjunto de experiências que condicionará o seu desenvolvimento.

Estamos actualmente a desenvolver uma instalação que obedece a grande parte destes requisitos, permitindo a criação de uma sociedade híbrida constituída por agentes humanos e artistas artificiais.

Os intervenientes humanos podem ter uma participação remota, via web, ou presencial. Interação com o Artista Artificial através de uma ferramenta de arte evolucionária interactiva, seleccionando imagens ou zonas de imagens que consideram particularmente interessantes.

Esta permite a evolução de imagens de acordo com as preferências do utilizador, baseando-se nos sistemas NEvAr e AIS^{ART}, uma ferramenta artística baseada no sistema imunitário.

As capacidades adaptativas do sistema imunitário, nomeadamente a de reconhecer ataques externos, distinguir entre situações novas e usuais, e de acumular experiência, são particularmente importantes neste contexto.

Com base nestes princípios, cria-se uma memória colectiva e associativa que incorpora a produção artística dos diversos intervenientes, representando o espaço cultural das obras geradas por agentes humanos ou artificiais.

Caso o interveniente humano assim o deseje, poderá utilizar um sub-conjunto destas obras como conjunto inspirador. Neste caso, a nova população será criada através da recombinação do material genético das obras seleccionadas e das obras pertencentes à memória colectiva que estejam intimamente relacionadas.

Para assegurar a existência de uma sociedade híbrida e igualitária, o artista artificial terá acesso as mesmas ferramentas que os intervenientes humanos. Usando-as, acede à memória cultural colectiva buscando inspiração para a sua própria produção artística. Esta procura têm em conta vários aspectos, incluindo as preferências estéticas do Artista Artificial, a tendência actual da sociedade, o grau de inovação de determinada obra, etc.

A partir desta inspiração o Artista Artificial produz um conjunto de esboços. Posteriormente poderá seleccionar, de acordo com as suas preferências estéticas e artísticas, alguns para reprodução em grande formato numa tela. O processo criativo do artista artificial, incluindo a selecção de obras inspiradoras, produção de esboços, e posterior selecção, é apresentado através de um conjunto de projectores.

A execução da obra é levada a cabo por um conjunto de robots, que constituem o corpo distribuído do artista. Cada robot possui um pincel e é responsável pela execução de parte da imagem o que permite a realização de obras de virtualmente qualquer dimensão. A inexactidão dos sensores destes robots e a interacção entre eles, garante que a cada obra produzida é única e irrepitível.

5 Conclusões

Desde o seu surgimento, a área da Inteligência Artificial alcançou uma série de conquistas. Hoje em dia, existe uma diversidade de sistemas capazes de realizar uma série de tarefas que requerem inteligência. Em muitos casos, estes sistemas atingem resultados equiparáveis ou até superiores àqueles atingidos por seres humanos. Tendo em conta o estado actual da disciplina, consideramos o estudo e desenvolvimento de sistemas criativos como sendo o próximo passo lógico de desenvolvimento.

A produção artística é uma das actividades mais complexas, interessantes e inexplicáveis da raça humana, requerendo criatividade, conhecimento, intuição, magia. Por todas estas características, o seu estudo é vital para uma melhor compreensão dos processos criativos.

Nos últimos anos tem-se observado o surgimento de vários sistemas artificiais de geração artística. Uma análise objectiva destes sistemas revela várias lacunas que impedem a sua classificação como Artistas Artificiais.

No decurso da nossa investigação, desenvolvemos várias ferramentas e sistemas de apoio à criatividade humana. Consideramos ser esta a altura correcta para dar o próximo passo, a construção de um Artista Artificial.

Conforme seria de esperar, a tentativa de criar máquinas com capacidades artísticas e criativas não é livre de controvérsia e preconceito, tanto na comunidade artística como na comunidade científica. Para muitos, esta procura está condenada ao insucesso. Como é evidente, não partilhamos desta posição. Não esperamos que a máquina substitua ou se torne humana, no entanto acreditamos na emergência de novas formas de criatividade artificial. Por outro lado, estamos tão interessados no caminho como no ponto de chegada.

References

- [Arnheim, 1956] Arnheim, R. (1956). *Art and Visual Perception, a psychology of the creative eye*. London: Faber and Faber.
- [Darwin, 1859] Darwin, C. (1859). *On the origin of species*. London: John Murray.
- [Holland, 2000] Holland, J. H. (2000). Building blocks, cohort genetic algorithms, and hyperplane-defined functions. *Evolutionary Computation*, 8, 373–391.
- [Koza, 1992] Koza, J. R. (1992). *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Natural Selection*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [Machado & Cardoso, 2002] Machado, P. & Cardoso, A. (2002). All the truth about nevar. *Applied Intelligence, Special Issue on Creative Systems*, 16(2), 101–119.
- [Machado et al., 2004] Machado, P., Romero, J., Santos, S., Cardoso, A., & Manaris, B. (2004). Adaptive critics for evolutionary artists. In Raidl, G. R., Cagnoni, S., Branke, J., Corne,

D. W., Drechsler, R., Jin, Y., Johnson, C., Machado, P., Marchiori, E., Rothlauf, F., Smith, G. D., & Squillero, G. (Eds.), *Applications of Evolutionary Computing, EvoWorkshops2004: EvoBIO, EvoCOMNET, EvoHOT, EvoIASP, EvoMUSART, EvoSTOC*, volume 3005 of *LNCS*, (pp. 435–444)., Coimbra, Portugal. Springer Verlag.