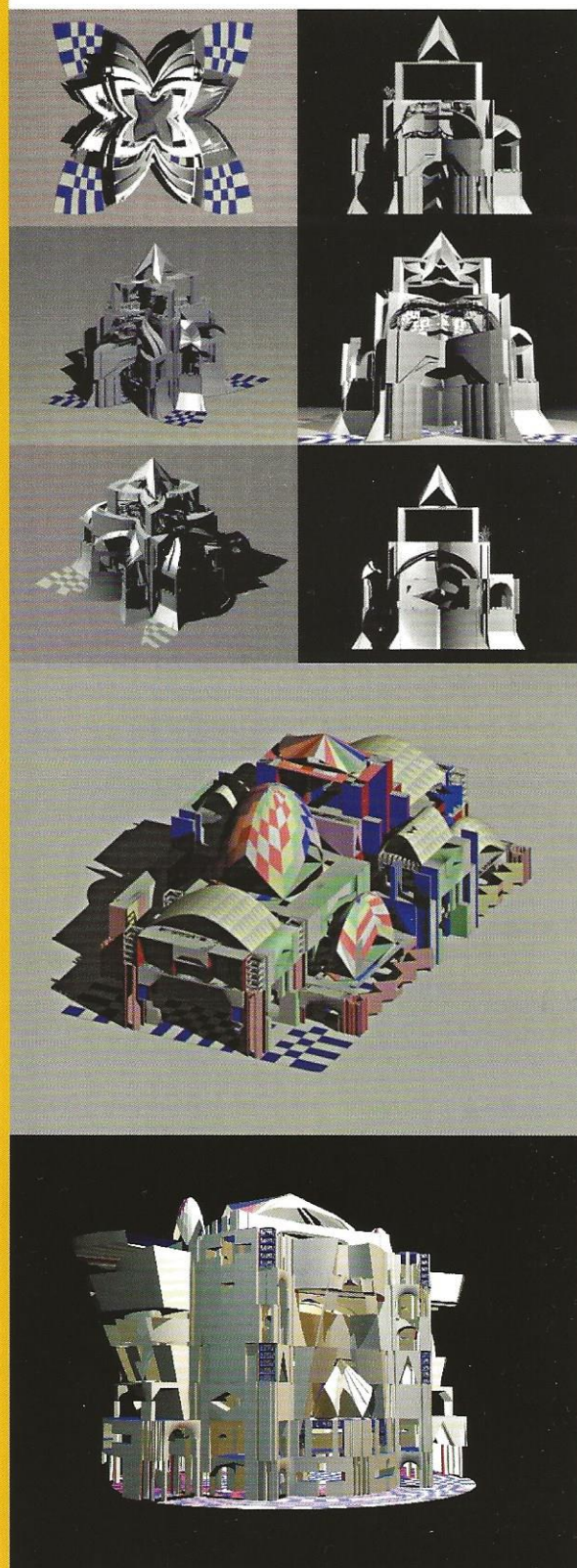


Joanna Kabala

Duża różnorodność rezultatów, wysoka wartość estetyczna i interaktywny potencjał – to zalety użycia metod generatywnych w projektowaniu. Można je zastosować w wielu dziedzinach: w sztuce i w projektowaniu graficznym, w architekturze, wzornictwie przemysłowym, muzyce, poezji, robotyce, w grach komputerowych, a także w eksperymentach ze sztuczną inteligencją oraz w badaniach nad interakcją człowieka z komputerem. W każdej z tych dziedzin metody generatywne umożliwiają uzyskanie dużej liczby zindywidualizowanych rezultatów, z których można wybrać optymalne rozwiązanie.

Dyrektor Laboratorium Projektowania Generatywnego przy Politechnice Mediolańskiej, prof. Celestino Soddu i jego zespół, z zawodu architekci, stosują techniki generatywne w projektowaniu konstrukcji architektonicznych (il. 1,2,3). Laboratorium eksperymentuje we wzornictwie przemysłowym, generując modele lamp i krzeseł (il. 8, 11), a także tworzy przedstawienia i kompozycje artystyczne, na podstawie obrazów Picassa czy Van Gogha. Na organizowanych przez prof. Soddu dorocznych Konferencjach Sztuki Generatywnej „Generative Art” coraz liczniejsze grupy artystów i projektantów przedstawiają i omawiają postępy w tej dziedzinie, która wydaje się pasjonująca głównie dzięki uwidocznieniu „samodzielności” komputera w procesie twórczym.

Projektowanie generatywne to proces komputerowy oparty na algorytmach i programowaniu genetycznym<sup>1</sup>. W procesie tym projektanci określają wstępne, ogólne parametry obiektów, które zostaną wygenerowane przez oprogramowanie. Projektanci decydują, czy stworzony zostanie projekt krzesła, budynku, utwór muzyczny czy abstrakcyjny obraz. Projektanci określają też problem do rozwiązania. Często celem jest optymalizacja, czyli poszukiwanie najlepszego rozwiązania konstrukcji stołu, kopuły budynku lub skrzydła samolotu. W innych przypadkach chodzi o bogactwo form, to znaczy o uzyskanie różnorodnych, trudnych do przewidzenia kształtów przedmiotów, takich jak lampy lub biżuteria. W eksperymentach laboratoryjnych, szczególnie w dziedzinie sztucznej inteligencji, problemem projektowym jest taka wizualizacja, która może wspomóc rozpoznanie zachowań generatywnego programu komputerowego. Po określeniu wstępnych założeń sama czynność projektowania, w sensie tworzenia wariantów,



1.2.3. Zamek (1.), Basilica – współczesna przestrzeń miejska (2.), Freedom House (3.) prof. Celestino Soddu. „Każdy projekt architektoniczny jest w całości wygenerowany przy użyciu oryginalnego oprogramowania Argenia, które jest moim «wirtualnym biurem»”. © Celestino Soddu



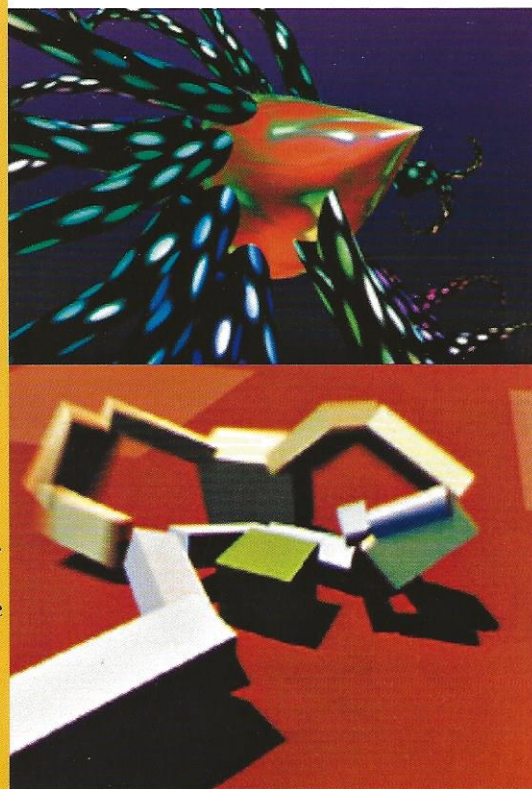
wykonywana jest przez oprogramowanie. Człowiek może wpłynąć na kierunek rozwoju powstających kształtów (o ile stworzy taki mechanizm) i następnie dokonać ostatecznego wyboru spośród rezultatów wygenerowanych przez program.

Wielu projektantów podkreśla, że stworzony przez nich generatywny program zawsze zaskakuje ich rozwiązaniami, o których nie myśleli przystępując do pracy. Dzieje się tak nie tylko ze względu na możliwości obliczeniowe komputera, które przekraczają zdolności człowieka, ale przede wszystkim ze względu na specyfikę oprogramowania.

W przypadku programowania genetycznego człowiek tworzy sztuczne chromosomy i sztuczne populacje, które podlegają mutacji i adaptacji do podanych im warunków. Ten sztuczny świat komputerowych form ujawnia duże podobieństwo do świata biologicznego. Skojarzenie z ewolucją i innymi naturalnymi w świecie człowieka procesami powoduje, że niektórzy projektanci poszukują w eksperymentach generatywnych odpowiedzi na pytanie, co oznacza przymiotnik „naturalny” w kontekście interakcji ludzi z systemami komputerowymi. Według popularnego dziś sądu nienaturalne jest siedzenie przed monitorem i klikanie myszą, a naturalne byłoby, na przykład, mówienie do komputera. Jakkolwiek cenne są wszystkie prototypy wykorzystujące naturalną ludzką ekspresję w komunikacji z systemami komputerowymi, często pomijają one potencjał twórczy samego systemu. Potencjał ten w ciekawy sposób ilustrują prace Karla Simsa, absolwenta grafiki komputerowej i nauk o życiu MIT Media Lab. Sims tworzy systemy symulujące ewolucję i naśladujące różnorodność form życia, w których kierunek rozwoju populacji syntetycznych form może zależeć od decyzji widza (il. 4). Ale formy te mogą też ewoluować autonomicznie, gdy mają zaprogramowane inteligentne zachowania. Wirtualne inteligentne organizmy tworzą wtedy kształty swoich „ciał” w czasie różnych akcji podejmowanych w syntetycznym świecie. Ich samodzielność jest tak daleko zaawansowana, że mogą działać również we „współpracy” lub na skutek „rywalizacji” z innymi organizmami (il. 5).

Innym ciekawym przykładem systemów ewolucyjnych są projekty Plancton Art Studio z Rzymu. Interaktywne instalacje, które umożliwiają tworzenie rysunków za pomocą gestu ręki (il. 6), dostarczają organicznego doświadczenia kontroli nad autonomicznym systemem. W odpowiedzi na ruch człowieka przekazywany do komputera za pomocą kamery wideo, system wykazuje zachowanie podobne do żywego organizmu. Tego typu realizacje pozwalają sądzić, że programy generatywne, które są zdolne do twórczej produkcji, mogą zachęcać do interakcji. Jest nadzieja, że uda się tą drogą ograniczyć wysiłek użytkownika w podejmowaniu interakcji. Może się okazać, że uzyskanie naturalnej, zindywidualizowanej reakcji systemu nie wymaga żmudnego wprowadzania analitycznych danych personalnych, a wystarczy podejście do ekranu i ruch ręką czy skinienie głową. W dążeniu do personalizacji, czyli dostosowania się systemu komputerowego do potrzeb, a nawet do upodobań indywidualnych użytkowników, Philips Research, we współpracy z Philips Design, przeprowadził eksperyment, którego celem badań było określenie możliwości zastosowania metod generatywnych w projektowaniu interfejsów użytkownika.

Ludzie lubią to, co się im podoba. A każdemu podoba się co innego. Jak projektant ma sobie poradzić z takim problemem? Jedną z hipotez zakłada wykorzystanie systemów ewolucyjnych, umożliwiających odbiorcom ingerencję w ostateczny kształt form widocznych na ekranie.



4. *Multipus-purple240* z instalacji *Galápagos*, © Karl Sims, 1997. „Galápagos to interaktywna darwinowska ewolucja wirtualnych «organizmów». Dwanaście komputerów symuluje wzrost i zachowania populacji abstrakcyjnych, animowanych form. Widzowie wybierają najbardziej zadowalające estetycznie formy za pomocą sensorycznych przycisków umieszczonych przed monitorami. Wybrane organizmy mogą przeżyć, dobierać się w pary, reprodukować i mutować. «Potomstwo» jest kopią i kombinacją «rodziców», ale jego geny są mutowane. Czasem mutacja jest udana i nowy organizm jest bardziej interesujący od swoich przodków”.

5. „Współzawodniczący” *Crab-vs-arm200* z serii *Ewolucyjne stworzenia wirtualne*, © Karl Sims, 1997. Wirtualne organizmy poruszają się w trójwymiarowej przestrzeni symulującej przestrzeń fizyczną. Dzięki temu, że wirtualne „mózgi” umożliwiają im kontrolę „mięśni”, organizmy te wykształcają w procesie sztucznej ewolucji specyficzne zachowania i co za tym idzie odpowiednią formę swojego „ciała”, aby móc pływać, chodzić, podskakiwać i realizować cele takie, jak na przykład zdobycie obiektu potrzebnego im do przetrwania. Ilustracja przedstawia organizm posiadający sztuczną inteligencję, który z prostej formy wykształcił „ramię”, aby móc sięgnąć do zielonego sześcianu, do którego broni mu dostępu inny inteligentny organizm syntetyczny.



Przy czym nie chodzi tu o ingerencję znaną na przykład z systemu Windows, gdzie można zmieniać kolor tła czy fonty. Personalizacja zakłada bardziej zaawansowane systemy, które „poznają” swoich użytkowników i na podstawie zdobywanej w procesie interakcji wiedzy mogą adaptować się tak, aby samodzielnie generować rezultaty zadowalające odbiorcę. Przedmiotem eksperymentu było zbadanie procesu interakcji i ustalenie, czy możliwy jest taki sposób adaptacji, aby użytkownicy mogli jednym gestem ukierunkowywać ostateczny wygląd form na ekranie.

Ukierunkowanie, podobnie jak w niektórych wcześniej wspomnianych systemach ewolucyjnych, oznacza wybór jednej z przedstawionych na ekranie form graficznych. Wybór ten determinuje następną generację kształtów. Problem projektowy polegał w tym przypadku na ograniczeniu ewolucyjnego chaosu. Celem było takie opisanie początkowej populacji, aby skrócić cykl ewolucji i aby rezultat pracy programu mniej zaskakiwał, a bardziej zadowalał trafną, zbliżoną do oczekiwań odbiorcy odpowiedzią.

Stworzony w eksperymencie mechanizm adaptacyjny oparty został na algorytmach genetycznych oraz na gramatyce kształtu<sup>2</sup>. Wstępna praca projektowa wymagała analizy form użytych w scenariuszu (il. 7). Należało określić formę początkową, „embrionalną” oraz elementy graficzne opisujące kształty „dorosłych” osobników. Zbiór wszystkich elementów graficznych to przestrzeń, z której algorytmy genetyczne wybierają kształty i syntetyzują formy w interakcji z użytkownikiem. Prototyp wykonany w celu przeprowadzenia testu adaptacji form wizualnych przybrał postać planszy z dziewięcioma „organizmami” (il. 9).

Eksperyment wykazał, że pole eksploracji naturalnej interakcji można poszerzyć, przyjmując za naturalne coś, co trwa i zmienia się w czasie. Naturalną interakcję można stymulować za pomocą sztucznych, to znaczy stworzonych przez człowieka, mechanizmów ewolucyjnych. Sztuka generatywna jest w tym przypadku bardzo inspirującą dziedziną. Jednak w zastosowaniach przemysłowych efektywniejsze od genetycznych okazały się najprawdopodobniej inne algorytmy. Takie przypuszczenie nasuwa się głównie ze względu na nadmierną ilość danych produkowanych przez algorytmy genetyczne. Ciekawe wnioski dotyczą zmieniającego się paradygmatu projektowania. Doświadczenie oparte na metodach ewolucyjnych wskazuje na konieczność tworzenia przez projektantów



6. *Relazioni Emergenti*, © Plancton Art Studio – Mauro Annunziato, Piero Perucci, 2002. Obraz tworzony jest przez populację małych generatywnych elementów. Każdy kolorowy prostokąt reprezentuje jednego osobnika generatywnej populacji. Elementy tworzą rysunki, podążając interaktywnie przez ekran za ruchem ręki człowieka. Wydają przy tym dźwięki, więc w rezultacie interakcji powstaje też abstrakcyjna muzyka generatywna.



7. © Koninklijke Philips Electronics NV., Joanna Kabala – Philips Design, 2000. Ilustracja przedstawia jedną z form graficznych ze scenariusza. Analiza formy miała na celu określenie kształtu początkowego, „embrionalnego”, a następnie określenie możliwych stopni rozwoju ewolucyjnego.

obok:

8. Celestino Soddu, modele krzeseł wygenerowane za pomocą tego samego sztucznego „kodu DNA”, © Celestino Soddu







struktur na poziomie zbliżającym się do programowania. Wymaga to bliskiej współpracy z programistami. Z drugiej strony, pomimo ścisłych związków z technologią, projektowanie generatywne w dużym stopniu polega wciąż na tradycyjnych technikach twórczych. Można nawet wysunąć hipotezę, że projektowanie generatywne stwarza obszar, w którym technologia musi odwołać się do sztuk pięknych. Przy ocenie działania całego systemu istotne stają się wartości estetyczne. Stanowi to ciekawy argument w dyskusji o związkach nauki ze sztuką, dla których projektowanie przybiera rolę łącznika.

Autorka zajmuje się malarstwem, projektowaniem oraz badaniami nad sztuką i interakcją w systemach komputerowych, pracowała jako projektant interakcji w Philips Design i Philips Research, obecnie realizuje projekty artystyczne.

1. Algorytmy genetyczne (*genetic algorithms*) i programowanie genetyczne (*genetic programming*) to procedury komputerowe, obejmujące zbiór przypuszczalnych rozwiązań danego problemu. Zbiór ten określa się mianem populacji. Każdy osobnik populacji reprezentowany jest, podobnie jak w świecie biologicznym, przez tak zwany genotyp i fenotyp. Syntetyczny genotyp to ciąg znaków formujących sztuczny chromosom, czyli informacje o cechach osobnika. Natomiast widoczny na ekranie kształt osobnika – jego „ciało”, podlegające interakcjom z otoczeniem – nazywany jest fenotypem. Algorytmy genetyczne modelowane są na wzór procesów doboru naturalnego i mutacji w żywych organizmach, które adaptują się do otoczenia. Spośród syntetycznych gatunków, populacji i osobników mogą przeżyć, mnożyć się i mutować w następnych pokoleniach tylko najlepiej „przystosowane” rozwiązania. Sztuczne populacje podlegają nie tylko osobniczym procesom mutacji i adaptacji, ale mogą też wykazywać zachowania „społeczne”, takie jak „współpraca” i „rywalizacja”. Oznacza to taką wymianę informacji między osobnikami i ich grupami, że możliwe staje się, na przykład, zwiększanie obszaru zajmowanego na ekranie lub blokada wzrostu innych osobników.
2. Gramatyka kształtu (*shape grammars*) to proceduralne opisywanie kształtów, czyli programy komputerowe umożliwiające tworzenie form graficznych. Formy tworzone są z odcinków za pomocą tzw. reguł zamiany. W praktyce oznacza to, że kształt podstawowy dzielony jest na odcinki, które w pewnych okolicznościach zastępowane są innymi odcinkami, przez co powstają wielorakie formy. Najprostsze gramatyki kształtu używają samopowielających się reguł zamiany. W ich wyniku z jednego odcinka powstają symetryczne rysunki podobne do płatków śniegu lub choinek. Bardziej skomplikowane gramatyki wymagają zróżnicowanych reguł zamiany i umożliwiają tworzenie dowolnych form, abstrakcyjnych lub przedstawiających.

Linki:

Generative Art Conference – [www.generativeart.com](http://www.generativeart.com)

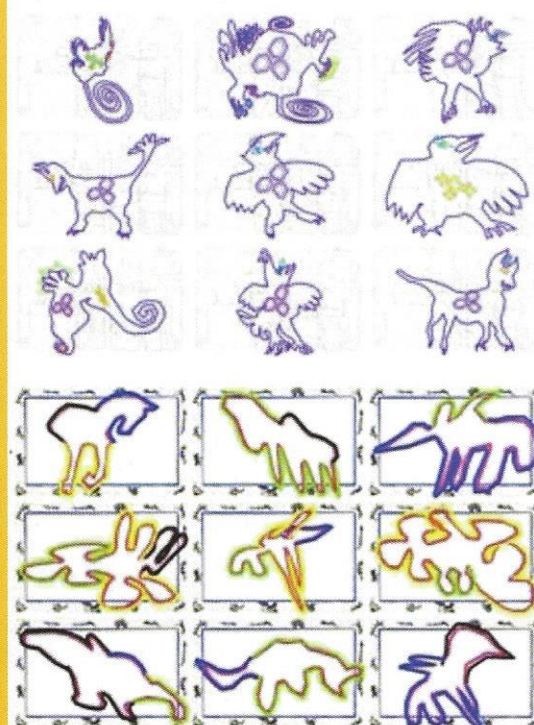
Generative Design Lab – [www.generativedesign.com](http://www.generativedesign.com)

Plancton Art Studio – [www.plancton.com](http://www.plancton.com)

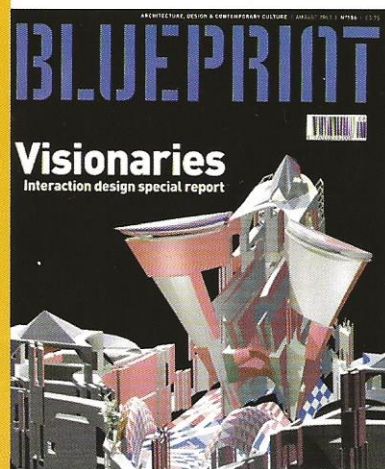
Programowanie Genetyczne – [www.genetic-programming.com](http://www.genetic-programming.com)

Strona Celestino Soddu – [www.celestinosoddu.com](http://www.celestinosoddu.com)

Strona Karla Simsa – [www.genarts.com/karl/](http://www.genarts.com/karl/)



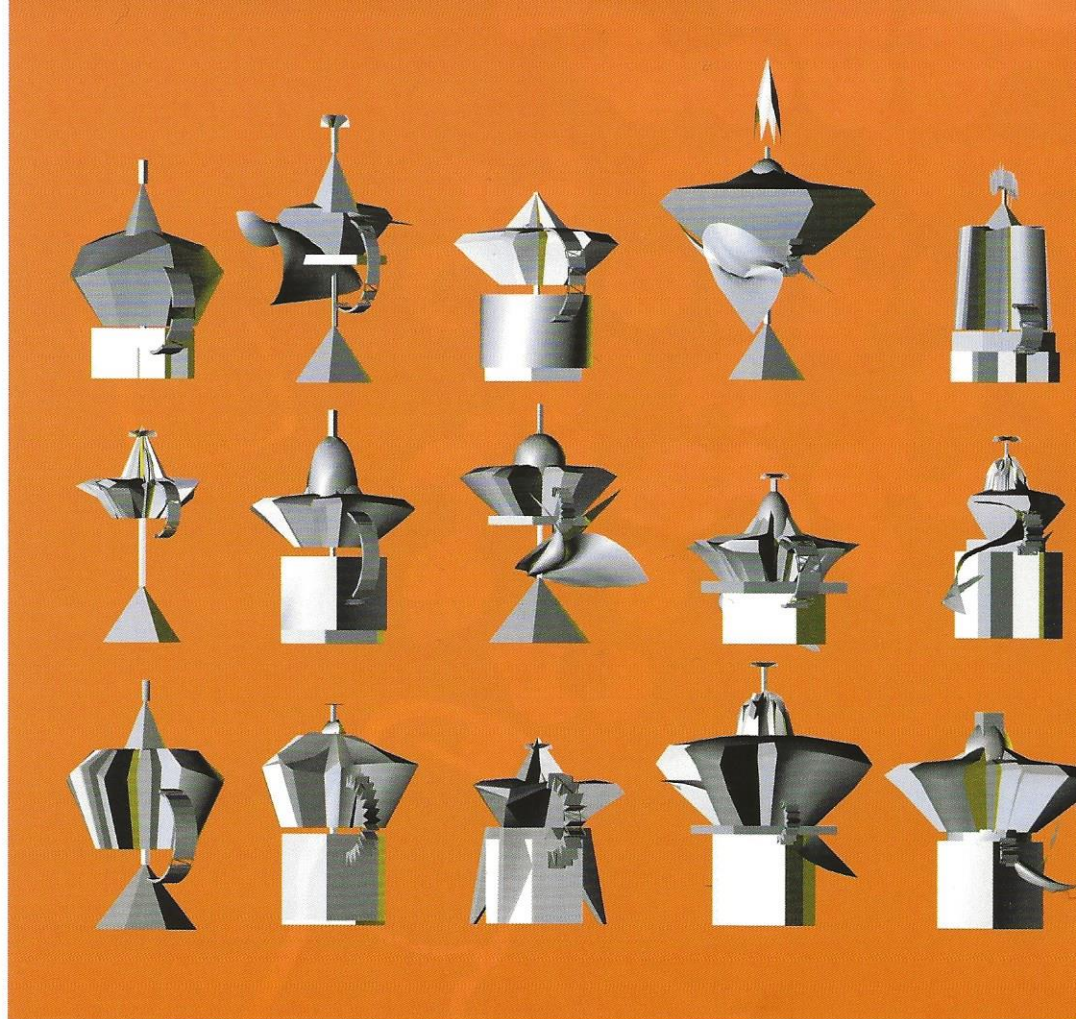
9. © Koninklijke Philips Electronics NV., Joanna Kabala – Philips Design oraz Claudine Conrado, Kees van Overveld, Marcel Tomas – Philips Research, 2001. Projektowanie przez ewolucję. Użytkownik musi jedynie wskazać kształt, który mu się podoba, a system sam generuje wariacje na jego temat, przyjmując za wyznacznik cechy jednego lub kilku osobników wybranych z populacji. W ten sposób użytkownik może wyznaczyć kierunek ewolucji i w kilku krokach interakcji osiągnąć pożądany kształt; a) celem pierwszego testu było zbadanie, jak szybko, w ilu krokach interakcji, można osiągnąć oczekiwany kształt, b) drugi test podejmował problem kontroli nad generatywnym chaosem, a celem interakcji było „wyprojektowanie” formy w określonym kolorze.



10. Okładka magazynu „Blueprint” (nr 186, 2001) przedstawiająca fragment „wygenerowanej” architektury prof. Celestino Soddu



11. Celestino Soddu, sekwencja różnych form ekspresów do kawy wygenerowanych przy pomocy oprogramowania „Argenia”.  
© Celestino Soddu



projektanci, graficy, ilustratorzy, fotograficy i infograficy!!!



# CHIMERA

KONKURS PROJEKTOWANIA PRASOWEGO

**pierwsza edycja**

**Termin nadsyłania zgłoszeń: 14.03.2003**

Kontakt: Anna Lisek, tel. (22) 858 20 30; faks: (22) 651 58 68; e-mail: [anna.lisek@media.com.pl](mailto:anna.lisek@media.com.pl)