

JAKUB BLADOWSKI<sup>1</sup>

## Morfogeneza budynków

Słowa kluczowe

projektowanie architektoniczne - metoda bottom-up - algorytmy genetyczne

### Streszczenie

Celem artykułu jest przybliżenie czytelnikowi nowego nurtu w projektowaniu architektonicznym jakim jest projektowanie algorytmiczne. W obrębie badań pojawiają się zagadnienia techniczne, filozoficzne oraz naukowe z dziedziny biochemii.

Badania nad udoskonaleniem metod projektowych (a w istocie odwróceniem procesu projektowego) są w toku. Artykuł wymienia podstawowe problemy z jakimi należy się zmierzyć oraz podkreśla możliwe zmiany w zawodzie architekta jakie może przynieść zwiększające się zastosowanie algorytmów genetycznych w projektowaniu.

### 1. Wstęp

W architekturze centralnym obszarem zainteresowania, od zawsze była forma. Wiele stylów oraz ideologii pokazało różne sposoby podejścia do poszukiwania kształtu budowli. Forma budynku historycznie była wynikiem połączenia konstrukcji oraz dekoracji, w modernizmie miała podążać za funkcją, aż wreszcie całkowicie wymknęła się spod kontroli w architekturze nowoczesnej. Budynki dekonstruktywistyczne są w istocie rzeźbami w przestrzeni miasta, których forma ma w założeniu rozbijać porządek otoczenia, szokować, a czasem nadawać nowy oryginalny wyraz i przez to przyciągać turystów spragnionych sensacji. Mamy również budynki z nałożonymi fasadami, które można wymieniać gdy przestaną być modne.

We współczesnej architekturze możemy zaobserwować trend, którego przedstawiciele porównują budynki i miasta do organizmów żywych. Metaboliczny imperatyw roślin i budynków jest identyczny [1]. Zbieżne są: organizacja przestrzenna służąca pozyskiwaniu i jak najlepszemu wykorzystaniu światła słonecznego oraz wymiany gazów, wewnętrzny system dystrybucji wody i ciepła oraz usuwanie produktów ubocznych metabolizmu.

Wszystkie formy życia zdobywają materię i energię, potrzebne do przetrwania, z otoczenia. Przestrzenna i materialna organizacja architektury organizmu jest studiowana przez architektów, podobnie jak system zdobywania, transportu i transformacji energii. Istnieje ścisła zależność pomiędzy formą organizmu, a wydajnością jego procesów życiowych. Geometria, kształt, kolory poddane są bezlitosnemu rygorowi niezawodności i przydatności. Sposób funkcjonowania natury odrzuca złe rozwiązania.

Żeby uniknąć śmierci, trzeba się napracować. Ciało pozostawione samo sobie - a na tym właśnie polega proces umierania - powraca do stanu równowagi ze swoim otoczeniem [2]. Budynek musi spełniać szereg wymogów aby nadawał się do zamieszkania - wszystkie procesy, które muszą zachodzić, aby zadowolić mieszkańców są lądząco podobne do tych podtrzymujących życie organizmów.

### 2. Algorytmy genetyczne

Złożoność żywych organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych. Wbrew wszelkiej intuicji powstaje z prostoty w procesie doboru naturalnego odkrytym przez Darwina. Istnieją metody pozwalające na opisywanie tych procesów za pomocą algorytmów.

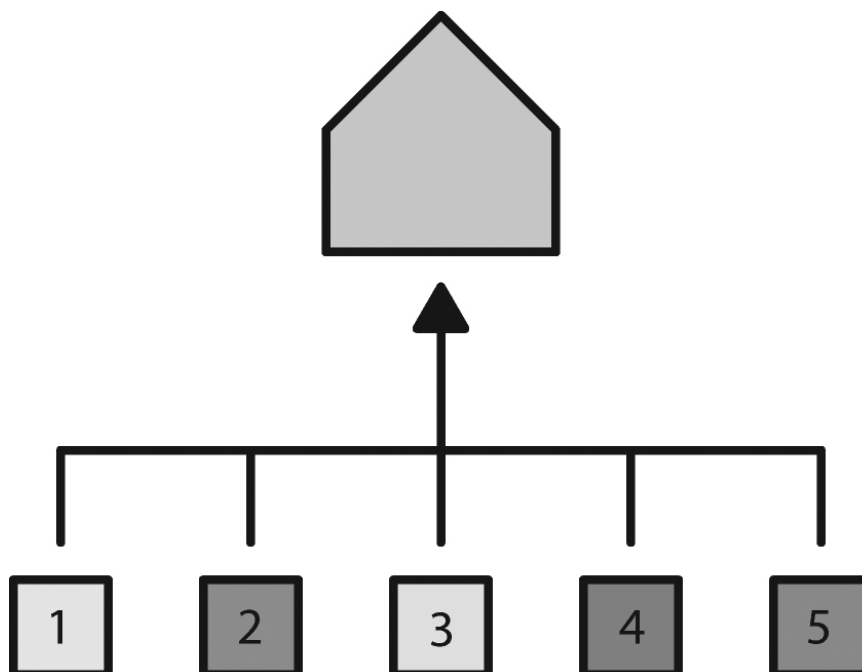
---

<sup>1</sup> Katedra Architektury Mieszkaniowej Wydziału Architektury Politechniki Gdańskiej, e-mail: jakub\_bladowski@o2.pl

Algorytmy genetyczne stworzył John Holland w latach sześćdziesiątych XX wieku. Zajmował się badaniem zjawiska adaptacji występującym w naturze i takie było początkowe przeznaczenie tych programów. W późniejszym okresie zauważono, iż nadają się do rozwiązywania problemów, gdzie należy dokonać wyboru najlepszego rozwiązania z wielu możliwości [3].

Algorytm genetyczny czerpie swój sposób działania oraz układ z obserwacji natury. Najprostsza forma algorytmu zawiera trzy rodzaje operacji: selekcja (wybiera chromosomy do reprodukcji, a pozostałe odrzuca jako nieefektywne), krzyżowanie genów (wymienia informacje pomiędzy chromosomami - przykładem jest rozmnażanie płciowe), mutacja (losowa zmiana bitów danych). Podstawową ideą jest założenie, że dobre rozwiązania zbudowane są z dobrych bloków informacji - kombinacji cech o największej trafności i zgodności z zadaniem celem.

Omawiane algorytmy stosowane są w wielu dziedzinach: programowanie automatyczne (automaty komórkowe), systemy społeczne i ekonomiczne, ekologia, badania nad uczeniem się itd.



Ryc. 1. Należy określić szereg parametrów, które będą genami budynku i w konsekwencji określą jego przyszłe cechy. (źródło: rysunek własny)

Aby możliwe było zastosowanie algorytmów genetycznych w projektowaniu architektonicznym należy przyjąć kilka założeń oraz rozważyć kilka filozoficznych i technicznych problemów [4]. Trzy najważniejsze zagadnienia, których doszukać można się w pracach francuskiego filozofa Gilles'a Deleuze [5] to: podejście populacyjne, podejście intensywne oraz podejście topologiczne.

### 3. Podejście populacyjne

Podejście populacyjne odnosi się do obserwowanego w naturze zjawiska, gdy macierzą umożliwiającą dobór naturalny i w konsekwencji doskonalenie się organizmów jest populacja. Bez stworzenia wirtualnej populacji budynków nie jest możliwe wybranie najlepszych oraz krzyżowanie ich ze sobą aby każda następna populacja była lepsza od poprzedniej.

Populacyjny sposób myślenia sięga lat trzydziestych XX wieku, gdy syntetyzowana była współczesna wersja teorii ewolucji z prac Darwin'a i Mendla [6]. Dobór naturalny jest wytłumaczeniem zarówno istnienia, jak i wyraźnej celowości życia wszystkich istot.

Wraz z rosnącym znaczeniem efektywności energetycznej budynków oraz szerzeniem się strategii zrównoważonego rozwoju pojawia się potrzeba optymalizacji budynków już na etapie projektowania. Cechy związane z ochroną środowiska, ekonomiką projektowania i inne mogą być zapisane w programie komputerowym, co da rezultat w postaci optymalnego budynku dla określonej lokalizacji [7].

#### **4. Podejście intensywne**

Nazwa tego sposobu myślenia zaczerpnięta jest z termodynamiki. Odnosi się do wielkości intensywnych takich jak temperatura, ciśnienie itp. w odróżnieniu od wielkości ekstensywnych, z którymi mają do czynienia architekci w swojej praktyce (długość, powierzchnia, objętość itp.).

Niezbędne jest odniesienie się do wielkości intensywnych w procesie tworzenia wirtualnej populacji budynków, gdyż różnice, wahania i charakter tych wielkości są produktywnie w procesie tworzenia formy w naturalnym świecie. Powinny pełnić podobną rolę w procesie ewolucji budynków. Takie ewolucyjne tworzenie się formy budynku można nazwać jego morfogenezą.

Jest to niezwykle trudne wyzwanie aby opisać zależności pomiędzy wirtualną formą a komputerowym modelem otoczenia. Jednak bez tego proces "stwarzania się" (jak w wierszu B. Leśmiana "Ballada bezludna") budynku nie będzie miał sensu. Istnieją przykłady tworzenia formy za pomocą algorytmów genetycznych - jednak ewolucji poddawane są konkretne bryły wymyślone przez projektanta niemające uzasadnienia.

#### **5. Podejście topologiczne**

Myślenie topologiczne stało się modne w ostatnich latach w środowisku architektonicznym. Jest to sposób opisanie obiektu (tu budynku) za pomocą zestawu stałych zależności, aby nie determinować końcowego efektu - dzięki temu efekty algorytmu mogą być zaskakujące dla projektanta.

Odkryto ciekawą cechę algorytmów genetycznych w kontekście tworzenia trójwymiarowych form - zwykle po uzyskaniu kilku ciekawych obiektów algorytm zdaje się tracić zdolność dalszych poszukiwań, gdy ewolucja naturalnych form odznacza się nieskończoną produktywnością. Taki stan rzeczy spowodowany jest faktem, iż w ewolucji mamy do czynienia z doborem kumulatywnym - każda populacja zaczyna rozwój od poprzedniej, a nie od zera [8]. Możliwym rozwiązaniem problemu może być myślenie topologiczne - stworzenie swego rodzaju "body plan". Abstrakcyjny diagram, za pomocą którego możemy opisać każdy typ budynku (podobnie jak w przyrodzie można się doszukiwać wspólnych cech wszystkich kręgowców)[9].

#### **6. Systemy materiałowe**

Aby można było mówić o naśladowaniu przyrody w projektowaniu architektonicznym należy zwrócić uwagę na złożoność cech oraz celów istnienia poszczególnych elementów naturalnych tworów. W większości systemów biologicznych można wyróżnić osiem poziomów skali skomplikowania, na których poszczególne elementy są zintegrowane. We współczesnym budownictwie poszczególne zadania budynku rozdzielają całkowicie jego elementy na grupy (elementy konstrukcyjne, kanały wentylacyjne itp.)[10].

Poprzez tworzenie niejednostajnych systemów materiałowych możemy osiągnąć gradienty poszczególnych parametrów (naświetlenie pomieszczeń, gradient temperatury itp.) oraz ciekawe podziały przestrzenne. Dodatkowo przegrody budowlane mogą odznaczać się reakcyjnością na zmieniające się warunki zewnętrzne - eksperyment "Meta-patch" Joseph Kellner i Dave Newton [11].



Ryc. 2. Meta-patch -projekt Joseph Kellner i Dave Newton. (źródło: <http://www.p-o-p-u-l-a-t-i-o-n-s.org/?cat=9>)

Prawdopodobnie w dziedzinie poszukiwania systemów materiałów architekturze przyjdzie z pomocą dziedzina biochemii, której obszarem zainteresowania są, między innymi procesy umożliwiające żyjącym istotom przetrwanie.

### **7. Samoorganizacja materiałów**

Samoorganizacja to dynamiczny proces, w którym systemy osiągają i utrzymują stabilność konstrukcyjną bez zewnętrznej kontroli. Poszukiwanie formy za pomocą programowania musi obejmować samoorganizację materiałów w zadanym środowisku zewnętrznym w celu uzyskania optymalnego efektu - stabilności oraz ekonomiki.

Jednym z najbardziej znanych przykładów jakimi można się posłużyć, aby zilustrować zagadnienie jest projekt Freia Otto - Stadion Olimpijski w Monachium.



Ryc. 3. Struktura zadaszenia Stadionu Olimpijskiego w Monachium projektu Freia Otto. (źródło: [http://media.photobucket.com/image/frei%20otto/dorlev\\_divad/DSC01230.jpg](http://media.photobucket.com/image/frei%20otto/dorlev_divad/DSC01230.jpg))

### **8. Rola architekta**

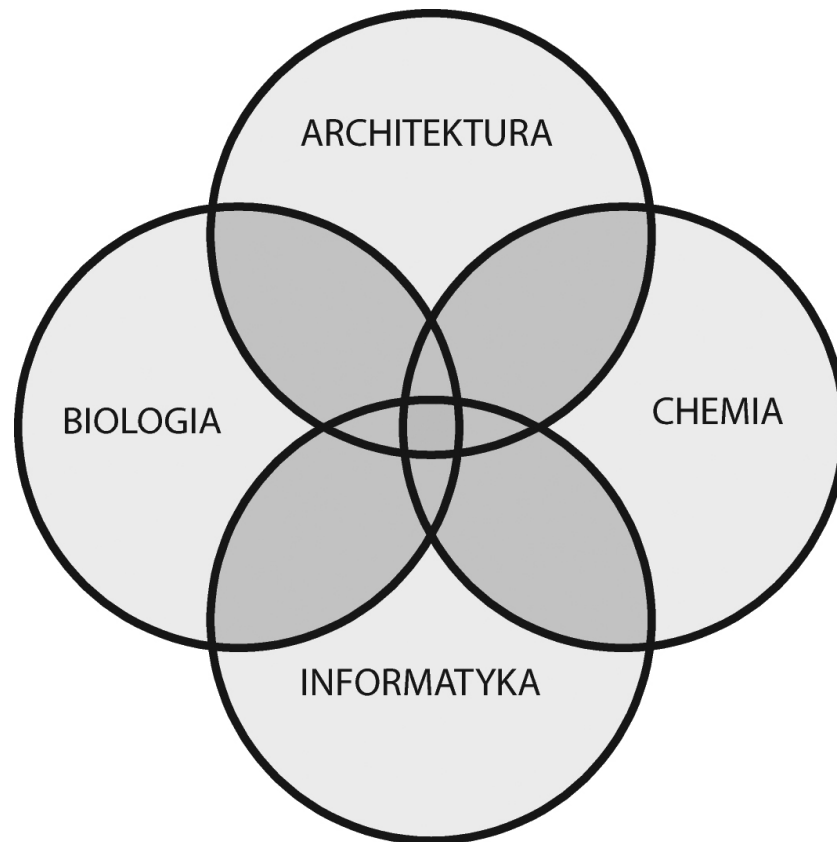
Stosowanie powyższych metod będzie miało ogromny wpływ na przyszłość zawodu architekta. Począwszy od interdyscyplinarnego charakteru zmian, który wymusi zmianę sposobu kształcenia przyszłych adeptów tej sztuki, aż do wykształcenia się innych branż współpracujących z projektantami architektury.

Architekt może stać się hodowcą wirtualnych budynków - na kształt hodowcy koni lub rasowych psów będzie oceniał kolejne populacje i wybierał najlepsze do reprodukcji (w ten sposób gust projektanta stanie się kolejnym genem obiektu).

Może nastąpić również wypracowanie narzędzi, które rozszerzą możliwości projektanta, który stanie się intelektualnym cyborgiem[12], którego decyzji nie rozumieją "zwykli" architekci.

### **9. Podsumowanie**

Interdyscyplinarne połączenia w nowym globalnym świecie otwierają przed nami ocean możliwości. Rozwijanie nowych metod doprowadzi do upowszechnienia się projektowania w sposób zrównoważony i efektywny. Zanim osiągniemy taki stan rzeczy należy przeprowadzić wiele badań na styku architektury, biologii, informatyki i chemii.



Ryc. 4. Schemat interdyscyplinarnych powiązań omawianego zagadnienia. (źródło: rysunek własny)

#### LITERATURA

- [1] Dawkins Richard: Ślepy zegarmistrz. Czyli jak ewolucja dowodzi, że świat nie został zaplanowany, PIW, 1994
- [2] DeLanda Manuel: Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture, <http://www.cddc.vt.edu/host/delanda/pages/algorithm.htm>, 2001
- [3] Deleuze Gilles and Felix Guattari: A Thousand Plateaus, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1987
- [4] Hensel Michael & Menges Achim: Morpho-ecologies, Architectural Association, 2008
- [5] Kostas, Terzidis: Algorithmic Architecture, Elsevier, 2006
- [6] Leach Neil: Scripting the future, <http://scriptedbypurpose.wordpress.com/text/forwords-by-neil-leach>, 2007
- [7] Mitchell Melanie,: An Introduction to Genetic Algorithms, Massachusetts Institute of Technology, 1996
- [8] Weinstock M.: Metabolism and Morphology, AD, Londyn, 2008

## **Morphogenesis of buildings**

### Keywords

architectural design - bottom-up design - genetic algorithms

### Abstract

The main goal of this article is to show the reader the new way of thinking about architectural design - algorithmic architecture. In a broad scope of research, there are technical issues, as well as philosophical and scientific i.e. biochemistry.

The research in the field of algorithmic architecture is in progress. The article shows some main problems that one has to deal with in order to perform changes in architect's role and the process of design as a whole.