

디지털 디자인 미디어 - Evolutionary Algorithms의 현대건축에의 적용 방법론

Design Application of Evolutionary Algorithms in Architecture

김 호 정*
Kim, Ho-Jeong

Abstract

I discuss the preliminary version of an investigative software, GSE, - Genetic 3D Surface Explorer, in which genetic operations interact with AutoCAD to generate novel 3D Forms for the Architect. GSE allows us to comment on design issues concerning computer aided design tools based on evolutionary algorithms.

키워드 : 디지털 디자인 미디어, 컴퓨터를 이용한 건축 디자인
Keywords : *Evolutionary Algorithm in Architecture, Alife CAD Tools*

1. 서론

이제 건축 디자인에 있어서 디지털 미디어의 활용은 시각화를 위한 재현 도구로서의 역할을 넘어서 형태의 생성과 그 변형을 조율하는 주요한 디자인 도구로 자리 매김을 하고 있다. 디지털 디자인에서는 건축 디자인의 1)오래된 전통과 관습에서 벗어나 컴퓨터라는 매체가 인간의 창의력에 도움을 줄 수 있는 방향으로 적용되고 있는 것이다.

이러한 현상에 대하여 브렌코 코라레빅(Branko Kolarevic)은 외부의 형태를 모델링(modeling)하기 보다는 내부적인 생성의 논리를 만드는 것이 디자인의 역할이 되고, 생성된 디자인중에서 더 가능성이 있는 것을 선별하고 디자인과 재현의 관계가 기존의 예측가능한 방식과는 다른 방식으로 작동하는 것을 현대 디지털 건축의 특징으로 지적한다 [1]. 그가 지적한 대로 디지털 건축에 있어서 평면은 더 이상 건축 형태를 가늠하는 수단이 되지 못하며, 고전적인 건축 형태 언어는 더 이상 의미가 없어지고 '형태를 만드는 디자인'에서 '형태를 찾아 가는 디자인'으로 건축디자인의 패러다임이 전환되게 된다. 디지털 건축은 topological geometry,

isomorphic polysurfaces, motion kinetics and dynamics, keyshape animation, paprametric design, genetic algorithm 등의 다양한 건축에의 적용을 통하여 건축 설계의 방법론을 확장하고 있고[2] 이와 연계된 후기 구조주의자들의 가상(virtual)과 이미지(image)에 대한 문제인식과 이를 통한 비표상(non-representation)에 대한 철학적인 논의를 통하여 현대 건축의 주요한 주제가 되고 있다[3].

이 논문에서는 AutoCAD를 인터페이스로 필자에 의하여 개발된 GSE - Genetic 3D Surface Explorer을 바탕으로 하여 디지털 건축의 방법론 중 evolutionary algorithm을 이용한 건축설계 방법론에 대해서 이론적인 측면을 고찰해 보고 그 의미와 활용, 앞으로의 발전 방향에 대해서 논의하고자 한다.

GSE - Genetic 3D Surface Explorer는 AutoCAD를 인터페이스(interface)로 하는 evolution-based software로 Alife CAD tool에 관련된 문제를 시험해 보고자 만들어진 기초 단계의 실험적인 디자인 도구이다. 궁극적인 목표는 디자인 초기 단계에서 있어서 시각화된 도구로서 다양한 건축 형태를 생성하여 건축가에게 새로운 디자인을 제안할 수 있는 디자인 도구로 활용되는

* 강원대학교 건축학부 조교수. M.Arch, AIA

것이다. 건축디자인은 계속 진화 발전하는 과정을 거치며 이 과정에서 computational evolutionary process가 건축가의 창조적인 작업과정과 상호 연관을 맺으면서 그 결과를 도출해 내는 것이다.

evolutionary algorithm은 일반적으로 genotype encoding, genotype-phenotype mapping, fitness function에 대한 명시가 필요한데, 건축에 있어서 일반적으로 이 내용을 규정하는 것을 쉬운 일은 아니다. 건축영역에서 활용되기 위해서는 GSE의 genotype이 건축가에게 의미가 있는 언어로 구성되는 것이 바람직하다.

GSE에서는 genotype은 초기 형태(initial form)에 적용되는 변형의 순서(transformation sequence)이고, 변형은 초기 형태의 골격(skelton)과 스킨(skin)에 적용된다. 변형의 예를 들자면 형태는 특정 부분에 있어서 들어 올려지거나(lift) 접히거나(fold)한다. 그 결과 (i.e. the phenotype)는 AutoCAD를 통한 graphic entity로 시각적으로 드러나게 된다. phenotype은 vertex와 face로 규정되어 있고 형태 변형(transformation)은 이 레벨에서의 조작을 통하여 이루어 진다.

형태 디자인은 형태에 대한 탐구와 실험을 그 목적으로 하므로 프로그램화된 fitness function은 프로그램에 포함하지 않았다. 그 대신에 결과에 대한 선택(selection)을 건축가에 맡기도록 고안되어 왔다. 이러한 측면은 GSE가 일반적인 evolutionary algorithm의 특징과는 차이가 나는 부분이며 이는 건축가들이 극도로 임의적으로 형성된 형태에 대해서는 부정적이라는 이유에 기인한 것이다. 건축가는 어떤 parameter가 변화를 일으킬 수 있을 지에 대하여 규정하고 그 강도를 설정할 수 있으며, transformation sequence를 정할 수 있고 수동적인 방법으로 crossover를 만들어 낼 수도 있게 설정되어 있다. 이러한 설정은 결정론적으로 정해진 디자인과 임의적인 crossover나 mutation에 의한 결과 사이의 효과적인 상호 절충을 유출해 내기 위함이다.

결과적으로 GSE는 건축가에게 전체적인 디자인 프로세스(design process)를 통제하게 해 주지만, 인간의 생산 능력 이상의 다양한 형태의 선택의 폭을 제공할 수 있다는 점에서 의미가 있다.

이 논문의 본문에서는 우선 Alife의 건축적 적용에 있어서 기여할 수 있는 부분에 대한 개념적인 고찰에서 시작하고자 한다. 현재까지는 크게 세 가지 방법으로 건축과 Alife의 관계를 설명할 수 있는데, 첫째는 자연적인 형태나 복잡한 형태를 수반하는 건물이나 오브제의 디자인을 통해서고, 둘째는 진화(evolution)와 형태발생(morphogenesis)을 건축디자인을 만들어내는 프로세스로 사용하는

것이고 세 번째는 evolutionary algorithms을 사용하는 디자인 도구를 이용하는 것이다. 이러한 컨텍스트(context)안에서 GSE가 기술되고 논의될 것이며, 마지막으로 GSE를 위하여 앞으로 해야 할 일들을 기술하고 현재 상태에서 기여할 수 있는 부분에 대하여 요약하고자 한다.

2. Alife와 Architecture

Alife는 컴퓨터를 통하여 자연 시스템(natural systems), 다이내믹 프로세스(dynamic process), 복잡계 이론(complexity), 생명에 바탕을 둔 개념을 강조한다. 심리학이나 음악에서도 이를 이용하고 있으며 건축분야도 마찬가지이다. 찰스 젡크스(Charles Jenks)의 "The Architecture of the Jumping Universe: How Complexity Sciences is Changing Architecture and Culture"에서나 존 프러저(John Frazer)의 "Evolutionary Architecture"에서는 자연적인 힘에 의하여 진화 발전하는 형태 생성에서는 외부적인 형태보다는 내부적인 논리를 만드는 것이 더 유용하고 의미 있는 작업임을 강조한다.

다음 절에서는 Alife와 Architecture의 상호 관련성을 규명함에 있어서 Alife개념의 건축적 반영, 건축 프로세스, 건축디자인 도구의 세 가지 영역으로 나누어서 설명해 보고자 한다.

2.1 Alife개념의 건축적인 반영

건축은 그 시대의 문화, 사회, 인간의 가치관을 반영하는 것이다. 기술은 이러한 건축의 기존 역할에 자극

이 되고 변화의 원동력이 된다. 현대건축은 건축의 본질인 구축의 실재를 넘어서 가상의 공간(virtual spaces)과 가상 현실(virtual reality)까지 그 영역을 확장하였고, 복잡계 이론(complexity theory)도 그 자극제가 되어 non-linearity, self-similarity 등의 개념이 건축적으로 차용되거나 적용되었으며 그 예는 다음에서 찾아 볼 수 있다.

● pattern formation and self-similarity

건축가 부르스 제프(Bruce Goff)는 형태발생학적인 모티브를 가지는 다수의 주택을 설계하였는데 자기 유사성을 가진 삼각형, 육각형(hexagons), 트라이헥스(trihexes)로 구성된 Price House도 그 대표적인 예이다. 기본 구성단위는 각이 지게 배열되고 서로 다른 형태와 재료로 만들어져 변형되어 전체 주택을 구성하게 된다. 찰스 젡크스(charles jenks)를 그를 "organic architect"라 정의하고 자기 동일성과 단조로움을 극복하고 자기 유사성을 응용한 점을 높이 평가하였다 [4].

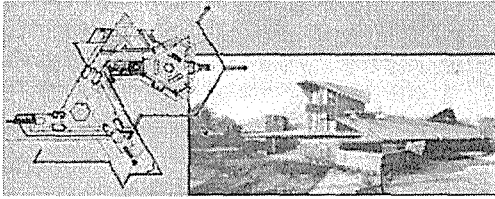


그림 1 Price House

● non-linearity

찰스 쟁크스(Charles Jenks)는 앞서 언급한 그의 저서에서 대부분의 자연 상태는 비선형이며 그렇지 않은 경우는 극도로 드물다는 것을 구체적인 예를 들어서 설명한다. 그가 디자인한 rabbit cabinet은 S자 곡선 형태의 모양이며 이는 population dynamics의 Verhulst equation을 재현한 것이라고 한다. 또한 표면의 장식은 카오스를 높이기 위한 방향으로 진행되는 주기적인 모습을 표현하면서 그는 non-linearity, period doubling, wave와 twist의 건축에 의한 feedback을 재현하고자 하였다고 설명한다.

● wave theory

wave motion이 자연에 있어서 중요하고 신비해 보인다는 인식하에 건축가는 자연적인 형태를 디자인에 응용한다. 예를 들면 Charles Jenks는 coherent waver patterns에서 나타나는 humps와 twist를 디자인에 응용하여 사용하면서 솔리톤(soliton)을 모습에서 새로운 미학적인 영감을 말 건했다고 말한다.

● catastrophe and phase transition

catastrophe class에서의 fold와 만찬가지로 건축에서도 fold가 transition을 나타내는 건축적인 개념이 되어서 널리 차용되고 있다. 또한 현대 건축에 있어서 emergence의 개념이 어떻게 적용될 수 있는가에 대한 실험이 이루어지고 있다.

위에서 나열된 것과 같이 복잡계 이론에서 나오는 많은 개념들을 통하여 ALife와 건축의 관련성에 대해서 의미를 유추해 보고자 하였으나 그 관계는 다분히 피상적으로 보인다. ALife는 컴퓨터 시뮬레이션(computer simulation)을 통하여 복잡계 이론에 대한 탐구를 중요시 여기지만 건축은 그 개념적인 부분은 어느 정도 공유하고 있으나 건축적인 적용은 다분히 해석적이고 표면적인 측면이 없지 않다.

2.2 Architectural Process

위의 예들과는 대조적으로 ALife가 건축에 미친

가장 중요한 영향은 건축 디자인 프로세스(design process)의 변화라고 이야기 할 수 있다. 전통적인 관점에서 보면 건축가는 초기에 기본 개념에서 시작하여 공간, 구조, 형태로 표현되는 최종의 결과물을 만들기까지 최종 결과물을 염두에 두고 작업을 진행해 나간다. 이러한 건축 디자인의 관습적인 부분에 대해서 새로운 태도가 제기된다.

존 프래저(John Frazer)는 디자인에 있어서 개념 발전 과정(concept development process)을 자연 모델(natural model)에서 차용하고자 하였으며 최종의 결과물의 표현 방식에 대해서는 큰 의미를 부여하지 않았다. 그는 또한 건축은 프로세스에 좀 더 무게를 두어야 한다고 강조하고, 프로세스는 자연의 형태발생학과 유사하여야 한다고 주장한다. 그는 건축이 형태 발생적이고 유전적이고 복제와 선택의 원리에 근거하는 artificial life의 형태로 존재할 수 있다고 역설한다. generative rule은 개념을 표현하는 도구이며 이로부터 발생한 가상 건축 모델은 변화하는 환경에 따라 대응하여 진화할 수 있어야 한다고 주장한다.

그의 주장은 "evolutionary architecture"라 명명되고 evolutionary algorithm을 건축적인 셋팅(architectural setting) 안에서 사용하여 genotype representation, genotype-phenotype mapping, fitness function specification을 이용하여 디자인 관련된 이슈들에 대한 해결방식을 탐구한다. 그의 초기 시스템의 하나인 "reptile"은 18개의 방향을 가진 두면으로 접힌 구성된 구조 단위 요소를 가지고 만드는 가변적인 외피 시스템이다. 여기에서는 genotype representation과 growth에 중점을 두고 고안하였다. 초기의 단위 요소의 유형과 진행 방향, 그리고 그 주변에 붙게 되는 다른 단위 요소의 결합방식으로 인하여 전체 시스템은 그 형태를 달리하면서 구성되게 된다. 또한 여기에서 한 단계 더 나아가서 "Universal State Space Modeller"에서는 어떠한 공간이나 형태에 대해서도 자기 유사성을 가진 기하학으로 모델링을 할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2.3 Alife CAD Tools

CAD tool은 디자인의 과정에서 사용되기 보다는 많은 경우에 도면화를 위한 단계에서 드래프팅 도구로 사용되고 있다. 컴퓨터가 짧은 시간에 많은 것을 생산할 수 있고 초기 디자인 단계에서의 역할의 확대 가능성에 대해서는 다양한 시도가 이루어지고 있다.

건축가는 디자인 초기에 다양한 아이디어를 가늠해보고, 이러한 과정에서 선적이지 않은 다양한 실험이 이루어지는 것이 사실이며 Alife CAD Tool은 건축가에게 이 과정에서 좀 더 다양한 가

능성을 짧은 시간에 보여줄 역할을 할 수 있다. evolutionary algorithm을 사용함으로써 건축가가 전혀 예상치 못한 형태를 생성할 수 있고, 인간의 디자인 용량을 뛰어 넘어서 더 많은 디자인 대안을 빠른 시간 안에 효과적으로 만들 수 있다. evolutionary algorithm의 selection 과 variation은 실제 건축가의 초기 작업과 유사한 측면이 있으며 이는 상당히 흥미로운 부분이 아닐 수 없다.

evolutionary algorithm의 CAD tool과의 연계문제와 그 발전 가능성 부분에서 그 기여 가능성은 논란의 여지가 적어 보이나 중요한 논의의 대상이 될 수 있는 부분은 어느 정도까지 Alife CAD Tool이 독립적으로 작동되어야 하는가에 대한 부분이라고 할 수 있다. 건축가가 단지 표현을 선택하고 fitness function만을 선택할 것인가 아니면 좀 더 적극적인 의미에서 디자인 생성과정에 참여하고 어느 단계와 수준에서 통제하기 시작할 것인가 하는 문제는 많은 논의를 생성 시킬 수 있다.

GSE와 관련된 선행 작업

여기에서는 GSE 와 맥락을 같이하는 다른 관련된 프로젝트에 대해서 알아보기로 한다.

Alife CAD Tool의 예인 Bucci system의 경우는 가상공간(virtual space)에서 생성되는 genetic algorithm system이다. 두 개의 3차원 공간에서의 구조적인 요소가 부피와 위치라는 측면에서 parameter화 되었다.[5] 이 시스템에서는 최종적으로 하나의 형태가 그 부피에 있어서 극대화되고 다른 하나는 공간의 중심에 있게 되는 형태를 추구한다. 이 시스템은 건축공간에 대한 특정한 탐구나 형태생성은 아니다.

GSE는 이 시스템에서 보이는 문제해결을 위한 방식보다는 새로운 형태의 생성과 발견이라는 면에 초점을 맞추어서 진행되었다. Bucci system은 프로그램을 만드는 사람이 fitness function을 규정하고 문제를 푸는 방식으로 설계되었으며 이와는 반대로 GSE에서는 건축가와 evolutionary algorithm이 상호 통합되면서 algorithm 자체가 디자인 과정에 편입되고자 시도하였다.

Bucci System이 evolutionary algorithm의 건축의 적용 가능성을 보여주고 algorithm이 디자인을 도와 줄 수 있다는 것을 증명하기는 하였으나 Alife CAD Tool의 잠재 가능성의 많은 부분을 설명하기는 어렵다. 그 이유는 첫째, 이 시스템은 문제를 해결하려고 시도하였지 문제해결의 여러 가능성에 대한 제안을 만드는 것은 아니라 최적화된 해답을 찾는 것이다. 둘째, 해결해야 하는 문제가 비교적 간단하였기 때문에 fitness function에 대하

여 논란의 여지가 없는 것 이어서 건축디자인 분야에서의 디자인에 대한 건축가의 주관성은 이슈가 되지 못하였다. 셋째, 문제는 한번이면 해결되는 것 이어서 디자인 프로세스라는 측면은 들어있지 않았다는 것이다.

3. Generative 3D Surface Explorer

GSE가 완벽한 형태의 ALifeCAD tool은 아니지만 ALife개념의 건축 디자인에의 적용을 시험해 보기 위하여 만들어진 프로젝트로 MIT의 Alife and evolutionary research lab과의 교류를 통하여 완성되어 Peter Testa의 대학원 스튜디오에서 Computer-aided Visual Landscape의 디자인에서 사용되었다. 개발 과정에 있어서 GSE가 Alife CAD Tool과 관련된 디자인 이슈들을 다음의 순서로 조명하고자 한다.

1. GSE의 주요 영역으로서의 형태 탐구(form exploration)에 대한 동기부여
2. GSE의 genotype representation에 관한 기술과 평가
3. GSE의 fitness criteria와 선택 부분(selection components)에 대한 기술과 논의

3.1 Form Exploration

프로그램의 개발에 있어서 형태에 대한 탐구를 우선 가장 염두에 두고 기존 개념을 시작하였다. 건축 형태에 대한 탐구는 대지와 건축 프로그램 등 설계의 전제 요소가 정해지고 나면 초기 설계 단계에서 가장 중요하게 여겨지는 부분으로 GSE에서 중점을 둔 부분이다. 다음은 프로그램을 개발 초기의 의도이다.

- GSE는 건축가가 디자인의 초기 단계에서 형태를 실험하고자 할 때 개념적인 프로세스를 표현하는데 도움이 되고자 한다. 건축가는 전체 형태 탐구(form exploration) 과정에서 선택(selection) 과정을 통하여 디자인에 개입하게 된다. mutation 과 crossover등의 불확정성은 이러한 실험성의 범위를 높여준다.

- 형태의 탐구과정에 있어서 어느 정도의 제한이 있어야 한다. 의미 없이 복잡하지만 한 형태 생성이 목적이 아니라 건축가에게 의미가 있는 어느 정도의 현실 가능한 해결책의 모색을 필요로 한다.

- 형태 탐구는 fitness function design 이라는 면에서 이슈를 야기한다. 사실상 객관적인 디자인 criteria라는 것은 만들기가 상당한 어려움이 있다. 형태 생성에 있어서는 건축가와 디자인 도구사이

에 활발한 교류가 있어야 한다. 건축가는 시각적인 판단을 통하여 형태에 대한 선별을 하여야 하며 이 과정에서 건축가가 그 결과물에 대하여 통제할 수 있는 방안을 가져야 한다.

3.2 The Genotype in GSE

GSE에서는 genotype에 대한 표현은 데이터(data)와 인스트럭션(instruction)의 복합 형태로 나타나게 된다. GSE에서 genotype은 초기의 형태(initial form)와 변형의 순서(transformation sequence)이다.

초기 형태(initial form)

초기 형태를 만들기 위해서 건축가는 컴퓨터 프로그램상에서 형태를 만들거나 AutoCAD에서 3차원 라인 요소를 그리면 된다. 그런 다음 단위 요소를 반복해서 3차원으로 마우스로 복사하면 된다. 이 과정에서 각도나 vertex 간의 거리가 조율되게 된다. 최종의 단위 요소의 묶음은 "profile set"이라고 명명하였다. 이 골격위에 표피인 "skin"이 씌워지게 된다. 그 이후에 profile set이 GSE를 위하여 쓰여진 명령어에 의하여 AutoCAD에 파일로 저장되게 되며 GSE는 LISP로 작성되었다.

3.2.1 transformation language

우선 먼저 transformation language에 대해서 설명하고 genotype을 위해 어떻게 transformation이 적용되는지 설명하고자 한다.

형태 변형 언어(transformation language)

transformation language를 선택하기 위하여 건축가가 작품의 형태를 구사하는 구어적인 표현을 사용하였다. 동사로는 시각적인 적용에 기초한 insert, delete, fold, punch-hole, lift의 다섯 가지 transformation set을 발전시켰다.

건축가가 사용하는 명사에 대응하여 같은 transformation이라도 coordinate, vertex, profile, profile set, vertex의 수에 따라서 다양한 transformation이 가능하도록 하였다. 이로 인하여 transformation을 coding 할 때 방대한 parameter를 가지고 하는 것이 가능 해졌다. 대부분의 parameter가 선택 사항인데 만약 parameter가 선택되지 않으면 transformation을 위하여 그 값이 임의로 적용된다. 예를 들자면 lift가 적용되면서 만약 얼마나 많은 vertex가 lift되는지 설정되지 않았다면 그 값은 무작위로 정해진다.

건축가에게 있어서는 형태를 기술하는 형용사적인 표현도 상당히 중요한데 이 단계에서는 고려되지 않았다. 상당수의 흥미로운 형태가 단지 5개의 transformation에 의해서 가능하였는데 그 이유는 상당히 많은 parameter의 설정으로 기인한 것이다.

insert

insert transformation은 하나나 그 이상의 프로파일(profile)을 초기형태의 profiles set에 삽입하는 것이다. 이러한 프로파일은 임의로 생성될 수도 있고 profile database에서 임의로 선택될 수도 있으며 건축가에 의해서 설정될 수도 있다. 새로운 profile의 상대적 위치 또한 임의로 규정될 수도 있고 건축가에 의해서 설정될 수도 있다.

여러 번의 실험을 통하여 전체가 임의로 설정되는 것은 건축가에게 있어서는 의미가 없다는 것을 발견하였다. 그 결과가 너무 복잡하고 너무 불연속적이거나 건축적인 적용이 힘든 형태를 도출해 내었기 때문이다. 그러나 건축가가 단지 하나 두 개 정도의 선택권을 임의로 설정한다면 (예를 들자면 기존에 있는 형태에 임의로 선택된 프로파일을 삽입 한다던가 혹은 정해진 프로파일을 임의의 위치에 삽입한다거나 하면) 상당히 흥미로운 결과를 도출해 낼 수 있었다.

delete

이것은 기본적으로 insert의 반대되는 기능으로 profile set에 있는 profile subset에서 vertex의 수를 제거할 수 있다.

fold

주어진 각도에 대하여 한 평면에 있는 vertex가 회전하게 되는 작동이다. fold의 parameter는 각도, 평면, vertex의 숫자와 순위, 그리고 어떠한 profile set이 fold될 것인가에 대해서 규정된다. insert와 마찬가지로 fold 또한 사전에 적당히 규제될 필요가 있다. 예를 들자면 단지 하나의 vertex를 fold하거나 하나의 각도로만 조작하는 것이 너무나 큰 불규칙성을 초래하지 않으면서 충분히 다양한 형태를 생성해 낼 수 있기 때문이다.

lift

lift는 프로파일(profile)을 특정한 축에 대하여 특정 방향으로 특정한 수만큼 vertex를 증가하거나 감소하여 형태를 변형하는 것이다. lift는 정해진 축에 대하여 정해진 단의만큼 적용하고 vertex나 profile은 임의로 결정되게 두면 가장 효과적으로 사용될 수 있다.

poke-hole

이 transformation은 profile의 표면에 적용한 유일한 transformation이다. 이 transformation은 골격은 남겨두고 표피를 제거하는 기능을 한다. 어디에서 얼마나 많은 표피가 제거될 수 있는 지에 대해서 설정할 수 있다.

3.2.2 determining an Initial Transformation Sequence

초기 형태에 대해서 genotype의 transformation sequence를 적용한 결과가 phenotype이다. transformation sequence를 임의로 무작위로 설정하면 너무나 예측 불허한 결과를 초래하여 건축가에게는 의미가 없는 작업이 된다.

의미 있는 결과물의 창출을 위해서는 건축가가 initial transformation sequence를 설정하고 각 단계의 parameter를 설정하게 된다. 실험을 위해서 실제적인 parameter value는 임의로 설정되지만 그 것도 건축가가 정한 범위 내에서 설정되게 된다. 건축가는 또한 형태적인 실험을 원하지 않고 건축가가 의도된 방향으로 만의 변형을 원한다면 모든 parameter에 대하여 구체적으로 설정을 하게 되면 된다. 이러한 접근을 통하여 건축가가 원하는 방향으로 형태적인 실험이 가능하도록 프로그램을 설정하였다.

3.3 Fitness Function and selection

건축에 있어서 형태의 문제는 많은 부분에 있어서 지극히 건축가 개인의 주관적인 미학에 영향을 받는다. 이것은 각각의 건축가 혹은 각기 다른 프로젝트마다 각기 다른 fitness function이 요구된다는 것을 의미한다. 이러한 성격은 Alife CAD tool에 있어서 상당한 이슈를 만들어 낸다. 이는 처음부터 사용자의 미학적인 관점에 대해서 어느 정도 반영할 수 있는 그러한 구성요소가 필요하다는 것이다. 또는 프로그램 자체가 건축가가 그 선호도를 표시할 수 있을 만한 그러한 구성 시스템 (예를 들자면 ranking 같은 것)을 포함하고 있어야 한다는 것이다.

현재 단계에서 GSE의 해결 단계는 이상적인 상태와는 다소 거리가 있다. 현재 이 프로그램은 다음 generation을 위해서는 건축가의 주관적인 형태 선택의 판단에 의존하고 있다. 이는 evolutionary algorithm의 fitness function의 판단과 선택의 초기 단계를 상당히 회색시키는 그런 결과를 초래하고 있다. 이 상황이 바람직한 것은 아니지만 현재는 건축디자인에 있어서 fitness function의 주관성의 문제 때문에 selection에 있어서 어떤 방향으로 풀어 나가야 할지에 대해서 좀 더 탐구하고 있는 과정이라고 할 수 있다.

3.4 The rest of the evolutionary Algorithms

현재 단계에 있어서 automatic population initialization이나 selection routine을 포함하는 automated generation loop는 이 프로그램에서 지원하지 않는다. 이러한 요소는 GSE의 Alife CAD tool로서의 중요한 주제와는 다소 거리가 있기 때

문에 배제되었다.

그 대신에 건축가들이 초기의 ancestry를 직접 선택하여 그리고 프로그램의 진행 방향을 직접 가이드하며 1-3개 정도의 적은 수의 population으로 시작하는 것은 전제로 하고 있다. 앞으로의 개발에 있어서 population을 inspection하는 기능이 추가된다면 이는 ranking에 있어서 효과적으로 작용할 것이고 automated selection 과정에서도 의미가 있을 것 이라고 생각된다.

3.5 Examples

이 절에서는 간단한 예시를 통하여 프로그램 작동의 결과를 명시하고자 한다.

그림2는 초기 형태이고 그림3은 초기 형태에서 4번의 lift transformation이 적용되어 나온 결과물이다. 처음 두 번은 z축으로, 세 번째는 x축, 마지막은 y축으로 적용된 것이다. 그림4는 그림2의 자손으로 임의의 profile을 insert한 다음의 두 번의 lift transformation이 이루어진 결과이다.

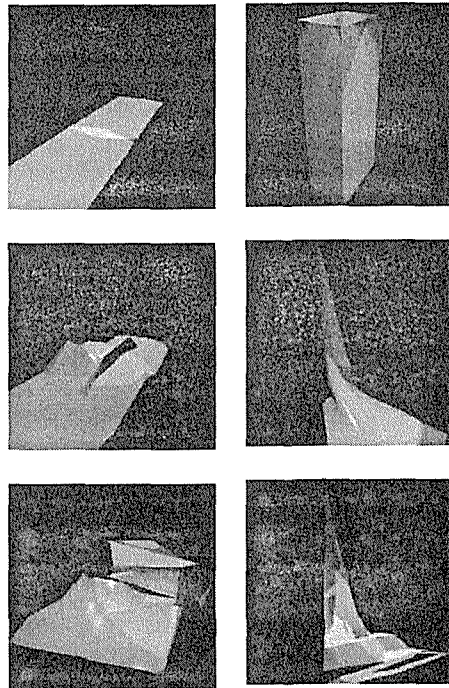


그림 2. plane-0
그림 3. plane-1
그림 4. plane-2

그림 5. cube-0
그림 6. cube-0
그림 7. cube-0

그림 5,6,7은 같은 transformation을 활용하여 평면대신 3차원 입체의 사각 실린더를 사용한 경우이다. 그림6의 transformation sequence는 형태에 있어서 3개의 profile subset의 x,y,z coordinate를 서로 교환한 것이다. 이는 결과적으로 초기의 형태는 비틀려서 회전하게 만들게 되었고 그림 7에서는 그림6에서 2개의 profile을 제거한 다음 x와 y축에 대하여 특정한 부분에 lift transformation이 적용 되었으며, 적은 수의 transformation이 이루어지는 경우에도 매우 복잡한 형태로의 변형이 이루어짐을 알 수 있다.

3.6 Summary

GSE는 genotype의 표현에 있어서 초기 형태와 이 형태에 적용되는 transformation sequence의 두 가지로 구성된다. 형태는 insertion, deletion, lift, fold, poke-hole의 5개 transformation에 의하여 변형이 이루어진다. 이 언어는 건축가로 하여금 어떠한 adaptation이 evolution의 세대 간에 이루어졌는지를 알게 해준다. GSE에서는 효과적으로 건축가가 evolution에 대해서 통제할 수는 있지만 완벽하게 통제하기란 어렵다.

GSE에서는 transformation에 있어서 적은 정도의 freedom이 건축가에게 있어서 받아들여질 만한 형태로의 귀결을 이루어 낸다고 할 수 있다. 또한 반복적인 실험을 통하여 결과적으로 건축가는 한정된 부분에 대하여 고도의 통제를 해야만 좀 더 효과적인 형태를 얻어 낼 수 있다는 것을 알 수 있었다. 높은 강도의 freedom을 통한 자동화된 evolutionary algorithms은 많은 generation이 빠르게 다양한 방법으로 만들어 지는 데는 효과적일 수 있고 또한 large population 숫자는 극도로 임의적인 형태에 대해서 빠르게 제거할 수가 있지만 이러한 방법은 건축 디자인이 적용에 있어서는 다소 무리가 있다.

건축가가 ancestry chain에서 원하는 형태를 고르는 것을 살펴보면 형태에 대한 특별한 선호도나 규칙성이 있음을 알 수 있고 이는 fitness function을 디자인 하는 데는 좋은 단서가 될 수 있어 보인다, 그러나 이러한 규칙성을 어떻게 규정할 수 있느냐 하는 것은 지금도 그리 명확하게 풀리지는 않는 숙제이다. 모든 측면의 evolutionary algorithms의 구성요소가 적용된 것은 아니므로 artificial evolution이 건축 디자인의 과정에서 얼마나 잘 효과적으로 맞아떨어지는지 확정적으로 증명하기는 어렵다고 할 수 있으나 현재의 상태에서 결과물을 두고 판단할 때에 ALife CAD tool의 건축 디자인 도구로서의 가능성을 충분히 확인할 수 있었다.

4. 결론

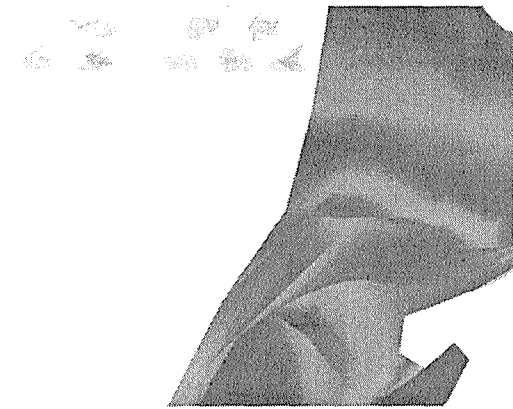


그림 8 GSE를 사용하여 디자인한 Visual Landscape

초기 단계의 GSE 작용 결과 다음과 같은 결론을 도출해 내었다.

첫째, evolutionary algorithms은 random variation에 있어서는 제한적이더라도 건축분야에서의 디자인 도구로서 적합성이 인정되었다.

둘째, 건축가는 execution과정에 있어서 Alife CAD 도구와 서로 영향을 미쳐야 한다.

셋째, 건축가의 어휘로 구성된 genotype representation은 이 디자인 도구의 작용을 좀 더 명확하게 이해하게 하는데 도움을 준다. 이를 통하여 건축가는 프로그램을 쉽게 사용하고 응용할 수 있게 된다.

넷째, 프로그램의 발전을 위해서는 고급 설계스튜디오 단계에서의 적용을 통한 실험과 지속적인 개선이 의미가 있다. population processing에서 많은 수를 사용하고 새로운 transformation action을 개발하고 3d printer를 이용하여 virtual model을 physical model과 연계하여 디자인을 발전시키는 것도 CAD/CAM Technology의 응용 측면에서 의미 있는 접근 방법이라고 생각된다.

참고 문헌

- [1] Kolarevic, Branko, " Digital Morphogenesis" in Kolarevic, Branko (ed), Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, p13, London: Taylor & Francis, 2003.
- [2] Manuel DeLanda, " Deleuze and the Use of the Genetic Algorithms in Architecture" in Rahim, Ali (ed.), Contemporary Techniques in Architecture, p9-12, London: International House, 2002.

- [3] 정인하, " 건축에서의 가상과 실재", 현대 건축과 비표상, p147-180, 서울: 아카넷, 2006.
- [4] Jenks, Charles, The Architecture of the Jumping Universe, p44, London: Academy Editions, 1995
- [5] Bucci, Eric, "Genetic algorithms and evolving virtual spaces" in Bertol, Daniela(ed), Designing Digital Space: An architect's guide to virtual reality, New York: John Wiley and Sons, 1997