

환경분석에 기반한 생성디자인 시스템 설계에 관한 연구

지승열*, 전한종**

Generative Design System based on Environment Analysis

Seungyeul Ji* and Hanjong Jun**

ABSTRACT

This paper is aimed at the development of a theoretical framework that addresses practical applications of generative design system that have been observed in architectural practice. Existing theoretical frameworks are not aimed at addressing this specific use of parametric tools but do provide a set of key themes. Based on these themes a generative design system is presented here as a means for tackling architectural design development tasks. This is then used in order to examine a case study; the generative design system tasks involved in the design development and documentation of the Olympic Stadium in Germany. The findings from this examination are used to discuss proposals and implications for a practical framework for generative design in architecture.

Key words : Generative Design System, Environment analysis, Processing

1. 서 론

1.1 연구의 목적

디지털 건축정보가 2차원 기반에서 3차원 기반으로 데이터 구축방법이 변화하면서, 보다 다양한 건축 정보의 통합이 요구되고 있다. 이는 그 동안 각각의 영역에서 건물을 기반으로 분석되어 지던 정보를 컴퓨터상의 가상 건물기반으로 관련 정보의 통합 및 공유에 초점을 맞추고 있다^[1]. 이러한 움직임은 BIM (Building Information Modeling)이라는 패러다임으로 나타나고 있으며 이는 건축설계뿐만 아니라 건축 전반의 혁신 방법으로 인식되고 있다. 하지만 아직까지 건물을 위해 행해지는 분석데이터들은 기존의 설계프로세스를 유지하고 있어 디지털 정보데이터와의 연계에 한계를 드러내고 있는 수준이다.

건물의 유지관리를 위해 가장 많이 고려되어야 할 사항은 환경분석기반 정보이다. 건축의 대상인 건물의 성능평가 시 최우선 고려사항은 건물을 얼마나 효율적으로 이용할 것이냐의 결정이며, 이를 통하여 건

물의 여러 가지 요소들이 결정되어진다고 할 수 있다. 또한 환경분석기반 건물 정보는 생성디자인시스템과의 연동을 통하여 더욱 다양하며, 사용자의 요구에 부합된 건축 정보를 제공할 수 있을 것이다. 이렇게 구축된 디자인 프로세스는 환경분석 정보로 이해하는데 비전문가인 건축가에게 생성시스템을 통해 전문적인 분석데이터와의 동기화 구축에 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구는 환경분석정보를 기반으로 한 디지털건축정보를 생성 디자인시스템(Generative Design system) 기반으로 구축한 결과 및 향후 개선 방안을 논의하고자 한다^[2].

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서 환경분석기반 디지털건축정보는 기후정보를 포함한 3차원 건물정보의 구축을 기반으로 한다. 우선 디자인 형상과 분석 데이터간의 상호 연관성 분석을 위해 유한요소해석의 원리를 활용한 비주얼 디자인 패턴을 정리하였다. 비주얼 적인 디자인 패턴 정리를 위해 MIT미디어 랩에서 2001년도에 개발된 오픈소스 프로그래밍 언어인 프로세싱(Processing)을 활용하였다. 생성 디자인 시스템을 활용한 3차원 건물정보의 구축을 위한 플랫폼으로는 환경분석 시

*학생회원, 한양대학교 건축환경공학과 석박사과정
**교신저자, 정회원, 한양대학교 건축학부 부교수
- 논문투고일: 2010. 04. 15
- 심사완료일: 2010. 09. 06

물레이션 중 CAD시스템과의 연동이 수월한 환경분석프로그램인 오토데스크(Autodesk)사의 에코텍트(Ecotect)를 사용한다. 정보의 모델링에는 형상정보와 비형상정보가 사용되지만, 비형상정보 즉 환경기반 기후정보의 범위는 상세하지 않다. 기후정보를 포함한 3차원 건물정보의 구축은 아래의 2단계로 실행되었다.

1. 건물의 이용자가 가장 환경적인 요소의 영향을 많이 받을 준 옥외시설물인 경기장 건물을 수작업으로 모델링
2. 생성디자인시스템의 구축을 기반으로 환경분석 도구를 사용하여 모델링¹³⁾

2개의 방법은 각각의 장단점이 비교 분석 되었으며, 이를 통하여 환경분석기반 디지털건축정보의 모델링 방법을 조사 연구하였다.

2. 사전연구 고찰

2.1 유한요소 해석이란¹⁴⁾

물리계의 운동을 지배하는 대다수의 법칙은 보통 미분 방정식으로 기술되어 있는데, 유한요소법은 이와 같은 미분 방정식을 푸는 수치적인 근사해법으로 볼 수 있다. 좀더 구체적으로 설명하면 실제적인 구조물은 거의 무한 개의 원자와 분자의 결합으로 구성되었다고 볼 수 있다. 하지만 이것을 유한개의 절점(node)으로 구성되었다고 가정한 후, 각 절점들 사이에 서로 유기적인 관계를 맺어 주는 요소(element)를 구성하여 전체 구조물을 절점들의 변위를 미지수로 하는 연립방정식으로 나타낼 수 있으며 Fig. 1과 같다.

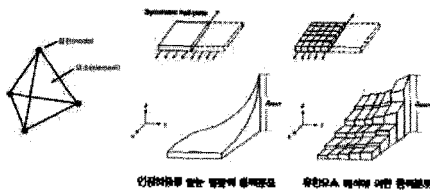


Fig. 1. 유한요소 해석의 기본원리.

그리고 이를 수학적으로 계산하여 외력에 의한 각 절점에서의 변위를 구함으로써 변위, 변형률, 응력 등의 결과값을 수치적인 근사해법으로 구하는 것이 유한요소 해석이다. 근대적인 개념의 유한요소법은 Matrix 이론을 사용하여 1960년대 영국과 미국에서 개발된 후 1970년대 이후 상용화가 되었다. 컴퓨터의

눈부신 성장에 힘입어 유한요소법도 급속히 발전하여 구조 분야에서 먼저 적용되었고 전도, 열, 유동, 최적화 등 다양한 분야로 그 적용범위가 넓어지고 있다.

특히 건축분야에서는 사회 및 환경의 복잡성을 지닌 공간을 창조하고 이에 있어 정보의 수습과 추이는 공간을 형성하며 건축적 해결 사항을 뒷받침하기 위해 연산 가능한 공간에서 중요한 부분이 되었다. 따라서 환경분석정보는 공간을 변화·적용·조정하기 위한 뒷받침이 되어 컴퓨터 테크놀로지와 함께 건축에서의 유한요소해석방법은 적용성 및 지원성이 높아졌다.

2.2 생성기반디자인/환경분석의 동기화

패러매트릭 기법을 활용한 생성시스템은 건축디자인 및 구조디자인 등에 필요한 정보들의 생산성을 높였으며, 환경분석과 같은 시뮬레이션은 설계상에서 다양한 재료의 적용과 건물의 사용시간 동안 건물에서 발생하는 에너지를 분석하는데 필수적이다. 하지만 각 데이터들은 상호연명이 어려운 이질적인 데이터 포맷을 가지고 있다.

IES에서는 생성기반디자인/환경분석의 동기화를 위해서는 이러한 각 정보들간의 협업이 이루어져야 하지만, 건축가는 각 분야별 전문지식이 부족하다고 판단하여 많은 관심이 필요하다고 주장하고 있다¹⁵⁾.

생성기반API를 통한 환경분석기반의 생성기반 디지털모델은 생성기반디자인과 환경분석데이터간의 간극을 이어주는 가교역할을 할 수 있으며, 시각화 수준에서의 원활한 데이터 교환을 통한 디자인 생성이 가능하다.

2.3 환경분석정보와 엔지니어링프로그램

건물과 같은 디지털 모델에 추가적인 정보를 제공하기 위한 용도로 사용되어 질 수 있는 환경분석정보(Enviroment Based Information)는 지구상의 실제의 위치와 기후데이터를 가지고 있는 디지털 정보를 의미한다. 이러한 정보들을 생성기반디자인시스템의 정보 체계로 사용되어지며, 다양한 분야에서 사용되어지고 있다.

생성디자인시스템(Generative Design System)은 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 생성알고리즘(Generative algorithm)이 융합된 시스템으로, 형태생성적으로 연관된 모든 형태의 정보를 수집, 관리, 분석하는 시스템으로 정의가 가능하다. 생성디자인 시스템은 디자인형상을 표현하기 위한 데이터베이스라는 측면, 생성디자인의 많은 객체들과 그 객체들 사이의 관계를

보여주는 알고리즘뷰(algorithm view) 측면, 이러한 정보들을 가공하여 새로운 정보를 생성하는 모델뷰(Model view) 측면의 3가지로 정의가 되어 진다. 특히 알고리즘뷰 측면은 디지털 건축정보의 구축측면에서 고려되어야 할 수 있는 생성시스템의 특성이다. 특히 디지털 모델의 3차원 디지털모델을 구축하기 위한 핵심분야이며 이에 관한 연구가 컴퓨터 그래픽 분야에서 많이 수행되어 지고 있다. 전형적인 3차원 디지털 모델의 구축방법으로 하기와 같은 방법이 사용되고 있다⁶⁾.

1. 위도, 경도 및 태양고도에 의한 음영 데이터와 환경에 대한 일반적인 지식을 이용하여 가이드라인 생성
2. 2차원으로 표현된 건물의 외곽선을 추출한다.
3. 외곽선을 활용하여 3원 모델 생성

하지만, 상기의 3차원 디지털 모델 구축방법은 환경분석정보를 사용하지 않고 있으며, 단지 대지주변의 향에 따른 일반적인 이론 또는 경험을 참조하여 건물을 모델링 하는 수준이다. 또한 이 방법은 경험에 따른 상당한 숙련도를 요구하며, 분석데이터에 대한 이해조차 요구되어진다. 이러한 수작업 기반의 3차원 모델구축의 단점을 극복하기 위한 다양한 연구결과가 발표되었으며, 이 연구들의 주요사항은 주어진 정보를 기반으로 자동생성과, 2차원 정보의 변경에 따른 자동변경이다⁷⁾.

2.4 환경분석 플랫폼으로서의 엔지니어링 시뮬레이션

건축계에서 친환경디자인에 대한 관심의 고조 빛이 사용에 대한 요구는 오토데스크사의 에코텍트(Ecotect)에 기인한다. 에코텍트와 같이 디지털모델을 기반으로 유한요소해석법(FEM)과 유체역학분석시스템(CFD)을 엔지니어링 시뮬레이션프로그램이라 한다. Fig. 2는 현재 많이 사용되고 있는 엔지니어링 시뮬레이션 프로그램을 보여주고 있다⁸⁾.

에코텍트는 사용자가 CAD시스템을 통해 다양한 형태의 데이터를 추가할 수 있는 방법을 제공하며, 시뮬레이션에서 환경변수의 영향을 받은 객체들은 형태를

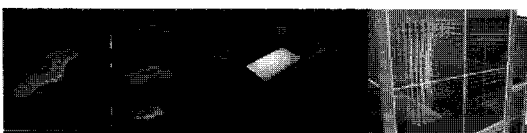


Fig. 2. 환경분석플랫폼 좌측부터 Ansys Workbench, Ecotect, Design Builder.

변형시킬 수 있고 결과로서 생기는 값들은 실시간으로 변화한다. 근래에 대부분의 건축디자인 프로그램들은 세계 어느 지역이든지 일영분석이 가능하고, 플러그인 또는 스크립트를 활용해 중력상에서 구조와 환경을 분석할 수 있다. 집중하중의 영향을 받아 구조와 같은 정교한 시뮬레이션 또는 공간상의 공기와 열의 흐름 과 재질은 엔지니어링 프로그램 안의 기본모듈이다. 이러한 특징으로 인해 분석된 정보를 해석하기 어려운 설계자에게 자신의 디자인과 분석된 데이터의 동기화로 비주얼적인 측면으로 가독성이 높은 데이터를 추출해줄 것이다.

3. 유한요소 해석법을 활용한 생성디자인 시스템적용

3.1 유한요소 해석법을 활용한 생성디자인 시스템 적용의 필요성

BIM 프로세스상에서 새로운 건물을 디자인하는 과정 중 여러 차례의 분석을 통해 건물의 성능을 테스트 하고 실제변경을 반복하게 됩니다. 이를 통해 건물의 성능을 개선하게 되는데, 건물평가 기준을 만족하는 평가를 얻기까지 여러 차례 시뮬레이션과 분석데이터의 분석 및 분석데이터를 활용한 건물 디자인 등 시간과 비용이 매우 많이 소요됩니다. 이런 분체를 해결하기 위하여 컴퓨터를 응용한 유한요소 해석기법을 활용하고자 한다.

유한요소 해석은 실제 실험에 들어가는 막대한 비용과 시간을 줄이며 좀더 데이터에 신뢰성을 주고자 가상의 건물을 컴퓨터상에 만들고, 실험 조건을 컴퓨터에 부여한 후 가상의 시험을 하며, 이를 통해 건물 디자인의 효율성과 공간성능의 문제점 유무를 검증하는 것이며 다이어그램으로 표현한 것은 Fig. 3과 같다.

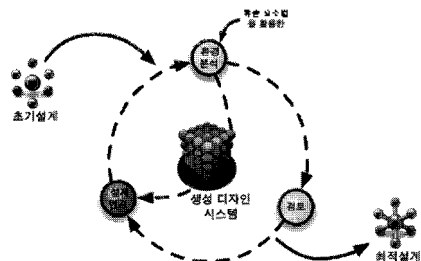


Fig. 3. 유한요소해석법과 생성디자인시스템간의 연동프로세스.

분석프로그램들은 전문지식이 필요했기 때문에 주로 분석전문가들만 활용하여 디자인 프로세스 상의 역할 양분화 및 구색 맞추기에 일관하거나 비효율적인 디자인에 따른 환경개선을 위해 기계적인 설비를 활용함으로써 유지관리 비용의 상승으로 건물의 지속적인 에너지 성능을 낮추었다¹⁾.

3.2 유한요소 해석 법을 활용한 생성 디자인 시스템

유한요소 해석을 이용하기에 앞서 디자이너가 가상 모델링으로 설계한 CAD데이터를 불러와 작업을 진행한다. 분석된 데이터와 형상간의 연동작업을 통해 디자인의 변형이 이루어지는데 이 작업시 형상의 데이터로부터 절점(node)를 추출하여 분석데이터를 통해 최적의 위치에 절점들이 재배치되고 그 다음 형상이 생기는 작업이 반복되게 되는데 다음 작업의 핵심 알고리즘을 프로세싱이라는 비주얼 프로그래밍 플랫폼을 통해 작업해 보았다(Fig. 4, Fig. 5).

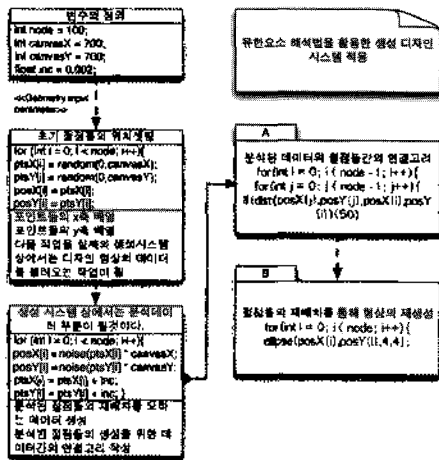


Fig. 4. 유한요소해석 법을 활용한 생성 디자인 시스템알고리즘.

유한요소해석 법을 활용한 생성디자인 시스템이 진행 되는 과정은 총 5단계의 과정으로 이루어지며, 각각의 단계는 다음과 같다.

- (1) 정점/데이터삽입: 생성 디자인 시스템의 프로세스를 진행하기 전에 임의의 값을 값을 정의한다. 건축정보기반으로 다음 알고리즘 활용 시에는 지오메트리데이터가 삽입되는 부분이다.
- (2) 삽입된 데이터를 기반으로 초기 점들(node) 생성: 형상이나 데이터로부터 점들을 추출 및 생성하고 하나의 기준점과 또 다른 정점들 간의

거리가 일정한 거리 안에 위치하면 요소(element) 및 형상을 만든다.

- (3) 초기에 삽입된 점 데이터를 알고리즘을 활용하여 최적의 위치에 재배치: 초기에 삽입된 점들 사이에 일정한 알고리즘을 적용하고 점들을 알고리즘의 규칙에 맞추어 재배치하고 최적화 시킨다.
- (4) 점들간의 최적화 배치를 위한 알고리즘 정의: 다음 (3) 과정에서 점 들간의 최적화된 배치를 하기 위해 일정한 규칙을 삽입하며 다음 생성 시스템에서는 간단한 실험을 위한 목적으로 포인트간의 거리를 50픽셀(pixel) 이하로 주어 정의하였다.
- (5) 점들의 정의된 위치 관련 데이터를 점(node)으로 형상화함 : (1)-(4) 과정이 루프(loop) 구문을 통해 반복되면서 최종 데이터를 삽입한다. 위의 5단계를 그림으로 표현하면 Fig. 5 과 같다. 밑에 놓여있는 작은 이미지들은 생성 시스템을 통해 서로 다른 대안을 창출해낸 결과물들이다.

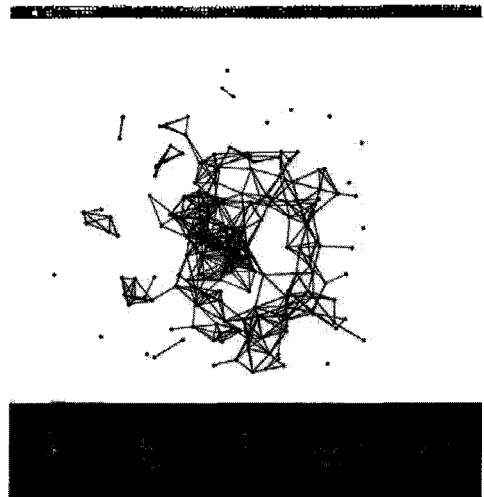


Fig. 5. 생성 디자인 시스템 알고리즘 테스트.

4. 유한요소해석법을 활용한 환경분석 기반 건축정보 모델링 테스트

환경분석기반의 디지털 건축정보 모델링은 다양한 방법으로 접근할 수 있으며, 이의 정의는 3차원 디지털모델링에 환경분석정보와 생성시스템을 결합시켜 디자인 대안을 찾는 과정으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 연구방법에서 언급된 바와 같이 2가지 방법을 사용하여 테스트를 수행하였다.

4.1 수작업 기반 모델링

수작업 기반 모델링은 에코텍트의 분석정보를 연동하여 라이노(Rhino)라는 모델링 툴을 이용해 모델링하였다. 현재 라이노와 에코텍트는 먼저 라이노를 활용하여 건물의 베스를 작성하고, 에코텍트로 가져와 건물의 그림자 및 에너지분석 등을 한 후 다시 라이노로 파일을 연동하여 모델링을 진행한다. 다음과 같이 복잡한 프로세스로 인해 사용자의 작업 과정상의 오류가 발생하여, 분석데이터의 적용 및 정밀도에 영향을 주었다. 데이터와 디자인과정에서 완성된 3차원 모델은 추가적인 건물의 정보를 수작업으로 입력해야 한다. Fig. 6은 작업의 결과를 보여준다. 이 정보를 이용하여 건물의 향과 배치를 이용해서 건물의 위치 및 간략한 정보를 표현하였다. 하지만 분석데이터와 디자인 프로세스의 단절로 인해 원활한 순환작업(feedback)이 어려워 시각적이며, 복잡한 정보를 사용하기에는 무리가 따른다.



Fig. 6. 수작업 기반 모델링 과정.

4.2 생성디자인시스템기반 모델링

본 연구에서의 생성 디자인시스템은 부분적으로 기후데이터를 적용한 환경분석기반 디지털 모델링의 기본정보를 가지고 새로운 디자인을 생성하는 시스템을 의미한다. 사용된 기후데이터는 미국 에너지관리국(DOE; Department of Energy)에서 발간한 독일빈렌 지역의 데이터가 사용되었으며, 위치정보, 태양의 위치, 습도, 바람 등의 다양한 환경분석기반 정보를 포함하고 있다. 그리고 이 기후데이터는 생성디자인시스템을 활용해 환경에 최적화된 디자인을 찾기(form-finding) 위해서는 건물의 재료와 건물의 주 사용시간 등 형상데이터에 영향을 줄 변수들이 추가되면 조금 더 정확도 높은 형상데이터 구축이 가능하다. 이를 위해 Ecotect의 API를 활용하여 생성디자인시스템관련

스크립트를 작성하여 대안을 보정하였다. 사용된 데이터 포맷은 다음과 같다.

1. CAD 3ds : 디지털 모델 포맷(형상만 존재)
2. GPM scr : 생성디자인시스템상의 3차원 디지털 모델 및 생성 시스템정보와 환경분석기반 정보용 포맷(GPM: Generative Parametric Modeling)¹⁰⁾
3. Ecotect eco : 환경분석 정보를 위한 CAD 베이스 포맷 형상정보와 비형상 정보를 포함한다.

건축정보의 작성과 수정 및 분석을 위한 플랫폼으로 사용되었다. 대상지는 독일 뮌헨 올림픽공원 일대이며, 범위는 경도 동경 11.323787, 위도 북위 48.102831이며, 총면적은 121400 m²의 준 옥외시설물인 경기장이 모델링 되었다. 디지털 모델링의 각종 비형상 정보는 Ecotect상에서 프로젝트 패널과 세질 패널에 취합되어 데이터베이스를 구축하였으며, 이를 기반으로 정보의 가공이 이루어 졌다.

제한적인 수작업기반의 디자인 생산성을 높이기 위해 Table 2에서와 같이 생성디자인기반 알고리즘을 활용하여 디자인의 생산성을 높였다 그리고 향후 캐드기반의 건축모델링 프로그램에서 활용할 수 있는 다양한 객체 생성 과정이 이루어 졌다. 또한 구축된 데이터베이스를 이용하여 시뮬레이션프로그램을 통해 분석되어진 태양의 일조량 및 풍량을 활용하여 경기장의 지붕 디자인에 적용하여 주어진 조건하에 자동 생성되었다.

Fig. 8은 이 작업의 결과를 보여주고 있다. 그림 하단의 이미지들은 분석값과 생성 디자인 스크립트와의 연동에 의해 생성된 대안의 일부이다¹¹⁾. 건물에 대한 태양의 일조량(Radiation)기반의 변수 조건에 의해 최적화된 지붕디자인이다. 위의 2가지 연구방법을 통해 살펴본 유한요소해석 법을 활용한 생성디자인 시스템의 장단점을 비교 분석하면 Table 1과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 이렇게 구축된 정보는 디자인의 효율성에 대한 검증은 위해 NIST(National Institute of Standards and Technology)를 통해 개발된 FDS의 스모크뷰(Smokeview)와 Ansys Workbench의 Fluent를 사용해 CFD분석을 진행할 것이며, 이는 추후 과제로 연구하려고 한다¹²⁾.

4.3 생성 디자인 시스템에 의한 형태 생성 프로세스

생성 시스템에 의한 최적화된 지붕디자인 생성은 디자이너의 초기디자인에 의해서 추출된 점(node)에 의해서 한 단계씩 분석데이터와 동기화 과정을 이루며 진행된다. 이는 각점을 포함하는 초기 디자인 형상

Table 1. 수작업기반모델링과 생성디자인시스템기반 모델링 장단점 비교분석

종류	장점	단점
수작업기반 모델링	*디자인 작업시 설계자의 주관적인 판단에 의해 설계작업을 진행할 수 있다.	*디자인 작업시 설계자의 주관적인 판단에 의해 설계작업을 진행할 수 있다.
생성디자인시스템 기반모델링	*분석데이터와 디자인작업간의 원활한 피드백이 가능하다. *다양한 대안을 생성알고리즘을 활용해 산출 가능하다.	*분석을 활용한 대안산출방안에서 추가적인 교정작업이 필요하다.

을 최대 영역으로 설정하고 분석데이터 범위의 일조량 평균값(mean radiation value)과 평균 풍량값을 이용해 최적의 위치에 형상을 이루는 점(node)데이터를 위치 시킨 다음 형상을 재생성 해 나가는 방식으로 구성된다.

- (1-a) 생성 디자인 시스템의 첫 단계는 환경분석이 이루어진 형상데이터에서 점(node)를 추출한다. 이 영역의 모든 점(node)데이터들이 형상을 이루는 주요 요소가 되도록 설정한다.
- (2-b) 점(node)데이터들이 설정된 후, 다음 점들을 환경분석 그리드를 기준으로 설계자가 설정한 최상의 범위를 설정하여 점들을 자동배치한다.

(3-c) 이동된 점(node)데이터를 기준으로 형상을 재 생성시킨다.

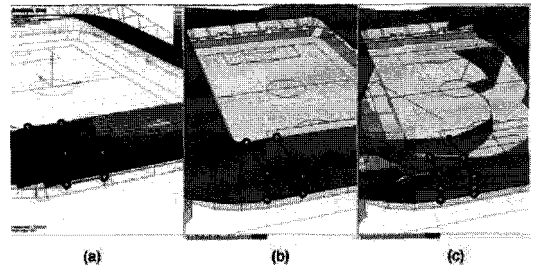


Fig. 7. 생성디자인 시스템을 기반으로 한 형태 생성 프로세스.

스크립트	평가항목	기능
cmd("opengl.show", true) set("date", 21, 1, 10.0) set("opengl.options grid", false) set("opengl.camera", 2)	- 오픈지엘(OpenGL)을 활용한 3D 시뮬레이션 표현	환경셋팅
+ function ShowBanner(text) + function Redraw(fraction, angle) + function AnimateTime() + function Angle(x1, y1, x2, y2) + function AddGlazing(fraction, bias, north)	- 생성디자인시스템의 약속된 함수(클래스)생성 - 환경분석데이터에 기반한 디자인 생성알고리즘 작성	클래스(기능 함수들)
for fraction = 0.1,0.9,0.1 do AddGlazing(fraction, false, 0) AddGlazing(0.1, 2, 0.0) pause(200); for fraction = 0.1,1.0,0.1 do AddGlazing(fraction, 2, 0.0) end pause(200); fraction = 1.0; for north = 10.0,360.0,10.0 do AddGlazing(fraction, true, north) end pause(500) fraction = 1.0; for north = 10.0,360.0,10.0 do AddGlazing(fraction, true, north) if (north >= 180) then fraction = fraction + 0.05; else fraction = fraction - 0.05; end end end pause(200)	- Roof 디자인 형태의 변형을 위한 변수값을 입력하여 결과물을 도출하는 프로세스 - 기후데이터를 활용하여 얻어진 여름의 일광량을 시뮬레이션하여 그값을 경기장의 디자인에 적용함. - 경기장 형상의 무게중심을 기준으로 0-360도 방향으로 회전을 하며 형상에 변환작업을 가한다. - 형상찾기(formfinding)위한 프로세스 과정에 대한 행위정리	디자인생성을 위한 주요 알고리즘 (algorithm)

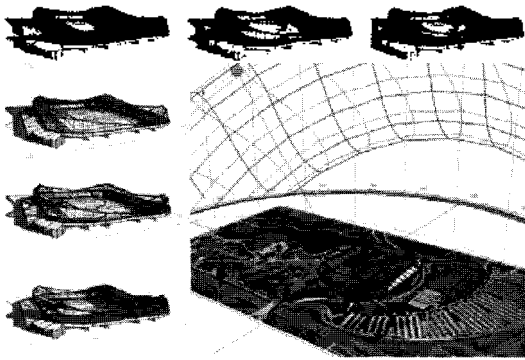


Fig. 8. 환경분석을 활용한 생성기반디자인의 다양한 대안들.

5. 결 론

본 연구에서는 몇 가지의 방법으로 환경분석기반 디지털건축성정보를 모델링 하는 방법에 대해 검토 하였고 각각의 장단점을 논의 하였으며, 수작업보다 유한요소법을 활용한 환경분석정보와 생성디자인시스템을 활용한 작업이 시간대비 생산적인 측면과 효율적인 건물성능 측면에서 월등하다고 판단하였다. 에코팩트의 API로 구성한 스크립트 정보를 구축 시에 초기접근은 어렵다. 하지만 일방적인 흐름의 분석데이터의 도출방식에 비해 양방향(interactive)으로 진행되는 분석데이터와 모델링데이터의 동기화 작업이 우수하며, 별다른 잉여 작업 없이 주어진 조건에 의해 다양한 디자인 대안을 생산해 낼 수 있다. 즉 건물의 초기 디자인단계에서 다양한 건물의 형상정보생성 등에 사용함이 적합하다고 볼 수 있다. 다양한 방법으로 구축이 가능한 생성디자인시스템은 여러 분야에서 활발히 연구되고 있으며, 건축에서도 디지털 기술의 도움으로 그 활용 가능성이 점점 커지고 있다. 본 연구에서는 컴퓨터 스크립트를 활용하여 기존에 건축분야에서 유한요소법에 의한 환경분석데이터를 생성디자인 시스템을 통해 3차원으로 확장하여 환경에 최적화된 형상을 생성하는 방법이 사용되었고, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 생성 디자인 시스템은 건축 환경의 정보 분석과 피드백을 통해 공간 개념을 정리하고, 생성의 과정을 통해서 그 데이터들을 매개 변수화 하여 시각적으로 표현할 수 있다.
- 2) 객관적인 데이터인 환경분석데이터의 변수 값에 따라서 여러 가지 형태로 유도가 가능한 생성 디자인 시스템은 그 기준범위를 설정하는데 있어서 논리적인 방법론이 필요하다.

3) 다양한 알고리즘에 의해 구현이 가능한 생성디자인시스템은 알고리즘의 변형에 의해서 건축의 개념 디자인 상태의 변형에 머물고 있지만 디테일 디자인 단계로 사용하기 위한 최적화 과정이 필요하다.

4) 본 연구에서 살펴본 3차원 공간에서의 생성디자인시스템을 통한 모델은 형상적인 정보에 머물지 않고 건축 공간으로서 사용되기 위해서는 건축요소로서의 변형 과정을 거쳐서 건축 디자인에 사용될 수 있는 정보로 발전할 수 있다.

5) 경기장 모델을 이용한 방법은 구성요소를 이루고 있는 부재의 속성값의 부정확함으로 인하여 많은 개선이 요구되며, 이로 인하여 과연 디지털 모델 전체를 성능 분석하는 것이 적합한지는 고려하여야 할 문제이다.

생성디자인 시스템은 그 구성 방법의 다양한 확장 가능성과 여러 가지 대안을 효율적으로 단 시간 내에 생성할 수 있는 가능성 때문에 건축 디자인 분야에서 다양한 방법으로 도입이 되고 있다. 하지만 초기에 변수값 선정에 위해 환경데이터 뿐 아니라 건물의 유형별 특성을 살펴 선정하는데 있어서 논리적인 방법론의 연구가 필요하고, 건축 실무에서 사용하는 데에 있어 단지 형상정보에 머물지 않고, 건축 실무에서 사용되는 다른 시스템과 연동이 되어 통합설계 프로세스상의 건축 정보를 모델링하는 지속적인 연구가 필요하다.

또한, 최근 많은 관심을 받고 있는 Building Information Modeling(건축정보모델링: 이하 BIM)의 기술과 통합하여 건축 디자인 생성과정에 접목하여 디자인 생성 방법론 상의 또 하나의 논리적인 프로세스의 출현이 가능하다. 이를 위해서는 BIM 도구 간의 효과적인 연동과 데이터 관리의 연구가 더욱 필요하다.

참고문헌

1. 김인용, 주성일, "위치성기반 디지털건축모델링", 대한건축학회발표대회, pp. 156-164, 2008.
2. 김인용, 지승영, 전현종, "생성디자인 시스템 기반의 파라메트릭 디자인의 건축디자인 활용 연구", CAD/CAM 학회 학술발표회, pp. 35-38, 2009
3. 최현아, 지승영, 전현종, "환경분석에 기반한 설계 프로세스에 관한 연구", 대한건축학회발표대회, pp. 124-132, 2008
4. Ansys, Finite Element Analysis Form Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Ansys>
5. IES, Integrated Enviromental Solutions, 2009 <http://>

www.iesve.com

6. 박종진, 지승열, 전한중, The Application of Voronoi Diagram into the Space Planning for Urban Design, ISAIA 2008, Beijing, pp. 112-116, 2008.
7. Roly Hudson, Frameworks for Practical Parametric Design in Architecture, Advances in Architectural Geometry 2008.
8. Definition, Engineering Simulation Program, Martec Homepage, http://www.martec.com/engineering_simulation.html
9. (주) 태성에스엔이 AnsysWorkbench 프로그래머, 2006.
10. Axel Kilian, Design Exploration through Bidirectional Modeling of Constraints, 2006.
11. 지승열, 생성시스템관련 알고리즘과 관련파일 및 영상제공 <http://www.designersfinger.com>
12. Smokeview, Visualizing Fire Dynamics Simulation Data, Nantional Institute of Standard and Technology, <http://fire.nist.gov/fds/7>. Design Space Exploration, <http://www.digisan.nl/dse>



지 승 열

2008년 목원대학교 건축학과 학사
 2009년-현재 한양대학교 건축환경공
 학과 석박사통합과정
 관심분야: Architectural Design
 Computing, BIM, Environment
 Analysis, Physical Computing



전 한 중

1985년 한양대학교 건축공학과 학사
 1987년 한양대학교 건축공학과 석사
 1996년 University of Sydney 공학박사
 현재 한양대학교 건축학부 부교수
 관심분야: Architectural Design Process,
 Sustainable Architecture, BIM,
 City Information Model, 신한옥