제4차 산업혁명과 건축서비스산업의 진화

김성아
성균관대학교 건축학과 교수

디지털시대의 사진찍기 v.s. 건축

"사진 찍기는 숨을 참는 것이다. 그 순간 모든 기능을 집중해 언제 사라질지 모를 리얼리티를 포착한다. 정확하게 그때가 이미지 하나를 완성함으로써 몸과 마음에 엄청난 희열을 주는 순간이다."

앙리 카르티에 브레송(Henry Cartier Bresson)의 명언처럼 한 장의 사진을 얻기 위하여 작가는 오랜 시간을 기다리고 결정적 순간에 셔터를 눌러야 한다. 고성능 디지털 카메라가 대중화된 오늘날에도 사진 찍기에 대한 브레송의 정의는 여전히 유효하다. 예술 작품은 그것이 사진이든 건축이든 영감과 노력 그리고 결정적 시기를 필요로 한다.

아날로그 필름 카메라의 경우 대개 뷰파인더를 통해 본 피사체와 풍경은 촬영자의 심상에 이상적인 사진의 이미지로 자리 잡고 촬영자는 그 이미지가 그대로 인화되어 나올 것으로 기대하지만 결과물은 항상 기대와는 다르게 나온다. 인화되어 나온 사진은 초점이 맞지 않거나 노출과 화각이 적절하지 않는 일이 다반사이다. 대개의 경우 구도는 물론 심지어 수평도 맞지 않아서 촬영자가 상상한 이미지와는 거리가 멀다. 경험과 노하우가 쌓이면 상상하는 이미지와 인화된 사진 속 이미지와의 간극이 줄어들기는 한다. 하지만 이러한 가능성은 재능과 노력에 의해 큰 차이가 나며, 그 간극을 0에 수렴할 수 있는 사람을 '대가'라고 한다.

필름 카메라 시대의 사진 촬영과 인화의 상황에서 촬영자를 건축가로 하고 현상소 주인을 시공자로 치환해 보면, 디지털 시대 이전의 건축설계 및 생산 프로세스와 크게 다르지 않음을 알 수 있다. 건축가가 설계 과정에서 상상하는 이상적인 건축물과 설계의 결과물 간의 차이, 그리고 그것이 시공 과정에서 변형되는 과정이나 그러한 생산 프로세스에 건축가가 제대로 관여할 수 없는 예전의 상황과 크게 다를 바가 없다. 그리고 관여의 방식은 정량적이거나 객관적이기보다는 관례적이고 추상적이며 주관적인 경우가 허다하였다.

디지털 카메라는 이러한 사진 촬영의 방식에 큰 변화를 가져온다. 저렴한 그리고 편리한 디지털 매체는 사진 한 장을 찍기 위해 신중을 기하는 방식에서 촬영자를 해방시킨다. 셔터를 누르기 전에 구도와 이미지의 디테일을 결정하는 것이 아니라 일단 셔터를 눌러서 나오는 이미지 중에서 (의외로) 잘 나온 이미지를 고르면 되는 것이다. 디지털 카메라 자체가 훌륭한 사진을 보장하지는 않지만 매체의 유연성은 융단폭격식의 사진 촬영을 가능하게 만들었다. 자원의 유한성에서 해방되면 촬영자는 자유롭게 다양한 시도를 하게 되고 경우에 따라서는 예상치 못하던, 평소 자신의 사진 촬영 실력으로는 기대하지 못하던 작품성의 이미지를 만들어 내기도 한다.

그뿐만 아니라 디지털 매체로서 품질의 열화 없이 이미지는 무한한 복제·변형·유통을 가능하게 한다. 물론 이 경우에도 뷰파인더를 통해 보면서 촬영자가 상상하는 이미지가 그대로 디지털 이미지로 나오지는 않는다. 초점·구도·노출·시간 등의 파라미터를 조절하지 않는 한 무한히 찍어 봐야 좋은 사진이 나올 확률은 거의 제로에 가깝다. 무한히 생성된 이미지 중에서 의외의 샷을 건지는 것으로 만족해야 한다.

이것은 소위 센서의 크기나 카메라의 물리적 성능으로는 커버되지 않는 본질적인 속성이다. 디지털 도구 자체가 훌륭한 작품을 보장하지는 않는 것이다. 초기 디지털 건축도 이러한 매체의 유연성 혹은 비물질성에 매료되었으며 매체의 역동성과 무한생성 가능성을 통해 새로운 건축을 제시하고자 하였다. 그러나 대개 이러한 시도는 실험적이거나 단순히 탐미적이었으며 실제 건축과의 괴리가 컸다. 또한 애니메이션이나 알고리즘적 치환 변형에 의한 형태 생성이 일견 형태 언어의 지평을 여는 것처럼 보여도 어느덧 그것은 결국 뻔한 결과물로 수렴되는 한계성을 지니고 있었다.

디지털 이미징 기술의 대중화는 후보정이라고 하는 요소를 이러한 프로세스에 등장시켰고, 노출이나 색상과 같은 핵심적 파라미터를 보정하여 이미 촬영한 사진의 품질을 높일 수 있게 되었다. 또한 픽셀 수준의 보정과 필터 효과들을 적용하여 사진의 유용성을 높일 뿐만 아니라 심지어 감쪽같이 원본 사진을 수정하여 사진에 담긴 진실을 왜곡할 수도 있다. 최신 미러리스 디지털 카메라에 장착된 일렉트로닉 뷰파인더(Electronic View Finder: EVF)는 이러한 프로세스에 또다시 변혁을 가져온다.

4차 산업혁명 시대의 건축설계

일렉트로닉 뷰파인더는 '보이는 것이 얻게 될 이미지(What you see is what you get)'라는 패러다임을 제시한다. 광학적 뷰파인더와 이미지센서가 분리된 기존 DSLR과는 달리 미러리스 카메라의 일렉트로닉 뷰파인더를 통해 촬영자가 보는 이미지는 이미 센서에 의해서 감지되고 이미지 프로세서에 의해 가공된 이미지이다. 촬영자가 조절하는 이미지 파라미터에 의한 변화는 즉시 프로세서에 가공되어 뷰파인더에 나타나므로 촬영자는 셔터를 누르기 전에 이미 어떠한 이미지를 얻을 것인지를 정확히 예측, 즉 미리보기를 할 수 있다. 촬영자는 비로소 착상과 슈팅을 넘어서 사진 제작 프로세스 전체에 대한 통제권을 가지게 된 것이다. 그렇다면 4차 산업혁명 시대에 건축가는 생산 프로세스에서 어떻게 통제권을 가지게 될 것인가?

건축설계 분야는 파라메트릭 디자인의 시대이다. 작고한 자하 하디드(Zaha Hadid)는 곡선의 여왕, 혹은 파라메트릭 디자인의 여제로 불렸다. 파라메트릭 디자인은 설계의 원형과 변종이라는 틀에서 어떤 설계 문제에 대응하는 부재나 공간의 형상을 구성하는 원리와 관계 조건을 정의한다. 즉 어떤 형상을 직접 만드는 게 아니라 형상의 원리를 입력하는 것이다. 이렇게 설계를 한다는 것은 어떤 부재나 공간의 치수·크기·수량이 하나의 결과적 형상으로 고정되어 있는 것이 아니고, 그것이 대지나 환경 또는 다른 부재나 공간과 어떠한 원리로 구성되는지에 대한 관계식을 표현하는 것이다. 따라서 다른 하나의 요소에 변경이 발생해도 전체를 다시 작성하는 게 아니라 그 변화가 전체 시스템에 자동으로 파급확산(propagation)된다. 전체 구조(system)를 결정짓는 관계(relation)와 제약조건(constraints)이 속성으로 내재되어 있고, 파라미터를 조절하여 그 구

조가 허락하는 범위에서 무한한 이종변형(variation)을 자동으로 생성할 수 있다는 것이 파라메트릭 디자인의 원리이다.

파라메트릭 디자인은 비정형 설계, 특히 대규모 프로젝트일수록 그 진가를 발휘하기 마련이다. 파라메트릭 디자인 시스템은 어떤 설계 문제에 대한 형상적 해법이 설계지식으로서 인코딩(encoding)되어 있기 때문에 유사한 문제에 대해서도 파라미터의 변경에 의해 쉽게 재사용이 가능하다. 이렇게 양산된 변종들은 동종유사의 성격을 가지고 공통된 원형을 가지는 개체들이 된다. 고성능 NURBS와 솔리드 엔진의 지원을 받지 않는 과거의 파라메트릭 디자인은 변종들 간의 유사성을 식별하기가 쉬었지만 최근 기술의 발전은 파라메트릭 변종의 유사성 인지가 어려울 정도로 디테일 수준에서의 변종 양산이 가능하게 만들었다. 3D 프린팅과 CNC 가공으로 구성되는 디지털 패브리케이션은 생산단계에서 이를 실질적으로 뒷받침하는 기술이다. 디지털 설계에 의한 파라메트릭 디자인은 작게는 단위 부품이나 커튼월 부재에서부터 건물의 구조, 그리고 구체적인 건물 시스템 전체로 지식화(knowledge-based system)될 수 있다. 작은 단위에서는 이러한 설계지식을 자동화에 연동하여 생산성을 높일 수 있을 것이고 건축가 개개인의 교유한 건축설계 수법이 지식기반 파라메트릭 시스템으로 만들어질 수도 있다. 따라서 건축가가 관여하지 않아도 다른 대지, 다른 조건의 프로젝트에서도 설계 자동화가 가능할 것이다.

파라메트릭 디자인의 발전 방향

4차 산업혁명 시대에서 파라메트릭 디자인은 대부분 비정형 설계와 결부되어 설명되지만 결국 파라메트릭 디자인의 가능성은 데이터에 의해 진행되는 성능지향적 설계에 있다. 성능지향적 설계라는 어휘는 오해의 소지가 있지만 건축설계의 의사결정 과정에 있어서 건축가의 주관이나 취향 혹은 추측이 아닌 데이터에 근거한 설계를 한다는 것이다. 이는 물론 현재 빅데이터 분석능력과 파라메트릭 디자인에 힘입은 바 크다. 파라메트릭 디자인은 형태의 문제에서 시작하지만 성능의 문제로 진화한다. 즉 파라미터의 범위는 단순히 형태를 결정짓는 것이 아니라 다양한 차원의 성능과 결부되어 유기적으로 움직일 수 있다. 전통적인 파라메트릭 디자인의 절차는 다음과 같다.

파라메트릭 디자인 시스템으로서의 설계안은 처음에는 그 형상이 어떠한 물리적 성능을 발휘할 수 있을 것인지를 예측하기 위하여 시뮬레이션 도구에 형상데이터를 전송하여 성능 시뮬레이션을 수행한 후 그 결과에 따라 형상을 변경할 수 있다. 이때 설계자는 그 결과에 따라 형상을 변경하며 파라메트릭 시스템은 그 변경이 전체적인 구조이든 부분적인 디테일이든 효율적인 작업을 가능하게 한다. 이론적으로 이러한 과정에서 설계안이 기존 타입의 변형에 의해서는 더 이상 해결되지 않는 경우에는 새로운 파라메트릭 시스템을 설계해야 한다. 그런데 이 설계프로세스 모델은 성능과 형상이 파라메트릭 시스템으로 연결되었을 경우 강력한 능력을 가지게 된다. 즉 설계자가 매뉴얼하게 파라미터를 조정하는 방식이 아니라 설계 시스템이 성능을 시뮬레이션하고 그에 따라 형상이 연동되어 반응하는 자기진화적(self-evolutionary) 시스템이다. 이러한 성능 시뮬레이션과 형상변동의 연동이 조직화된 경우 최적의 형상을 찾아가는 자기진화적인 시스템은 경우에 따라 유전자 알고리즘과 결합한 진화시스템이 될 수도 있고 기계학습과 같은 인공지능을 이용한 시스템이 될 수도 있다.

궁극적으로 이러한 시스템이 차용된 설계환경은 형태의 설계–성능 시뮬레이션–형태의 재설계라는 사이클이 아니라 설계자가 원하는 성능에 따라 최적의 형태가 생성되는 시스템이 될 것이다. 예를 들어 어떤 파라메트릭 디자인 설계안이 있다고 할 때 일조 시뮬레이션을 거쳐서 충분한 일조량이 나오지 않을 경우를 보자. 첫 단계는 설계안을 다시 수정하여 일조 시뮬레이션을 수행하는 사이클이었다. 기계학습이나 진화 알고리즘이 결합된 시스템은 파라메트릭 시스템 타입에서 변형 가능한 설계안의 개체를 무한히 생성하면서 목표한 일조량에 적합한 최적안이 나올 때까지 파라메트릭 시스템의 조작이 자동으로 가해지는 단계이다. 새로운 개념은 아니다. 지금의 BIM 설계도구나 파라메트릭 설계도구의 기능들은 전혀 새로운 것들이 아니라 20년 전에도 이미 대학 실험실에서 제안되고 구현되었던 것들이었다. 다만 컴퓨터의 성능과 산업계의 수요가 뒷받침되지 않아서 실용화되지 않았을 뿐이다. 4차 산업혁명이 가속화되는 현 시점에서 이러한 시스템이 나오는 것은 시간문제일 뿐이다.

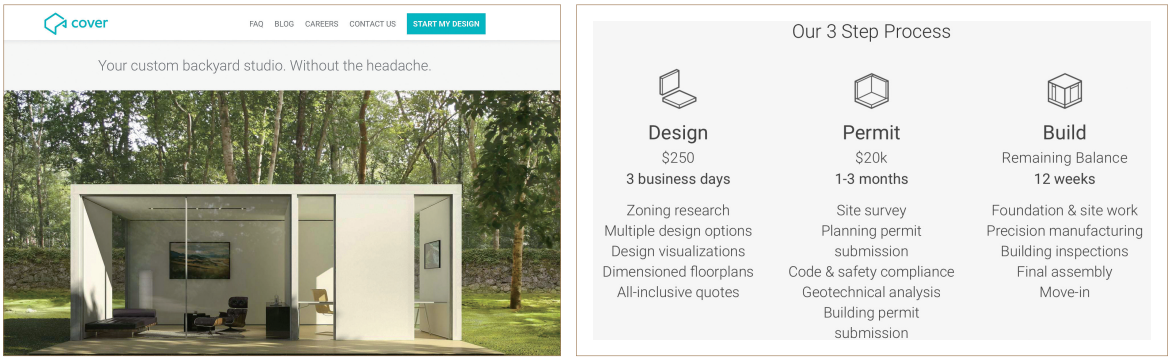
성능과 결부된 파라메트릭 디자인 시스템이 설계자에게만 강력한 도구가 아니다. 이러한 시스템은 사용자에게도 과거에는 생각할 수 없었던 설계단계에서의 개입을 가능하게 한다. 가상현실 기술과 결합된 설계

프리뷰(preview) 환경에 참여한 사용자는 단지 내 산책로의 경관과 바람의 세기를 시각적으로 혹은 다차원적인 감각으로 경험하면서 설계안에 대한 의견을 바로 개진할 수 있다. 피트니스 시설의 거리 혹은 어린이집의 위치에 대한 사용자의 반응은 직접적인 의견 개진이 아니더라고 여러 참여자의 동선이나 간접적인 체감도를 측정함으로써 시설의 설계 조정에 대한 데이터를 제공해 줄 것이다.

이는 전통적으로 설계자가 오류에 대한 건축물 성능의 오류에 대해서 사용자가 적응하는 구조, 그리고 건축물의 성능평가는 거주후평가(POE)라는 방식을 취해 왔던 특성을 바꾸게 될 것이다.

디지털 파라메트릭 디자인과 인공지능의 결합

어떤 의미에서 건축설계는 과거에도 파라메트릭한 작업이었다. 다만 건축가들이 사용한 파라미터는 화학적 파라미터였다고 할 수 있다. 좋은 건축물이 되기 위해서는 '영감, 노력, 장인정신, 철야작업, 장소의 령…과 같은 요소들을 투입하면 좋은 건축물이 나온다'라는 식의 비의적인 파라메트릭 디자인이다. 마치 훌륭한 건축가가 되기 위해서는 건축학도 시절에 여행, 독서, 음주, 밤샘 작업, 좋은 스승, 쓰디쓴 경험 따위를 투입해야 한다는 것도 마찬가지의 화학적 파라메트릭 설계 교육 시스템이다. 이는 사랑의 묘약에 대한 레시피만큼이나 비의적이다. 디지털 파라메트릭 디자인은 인공지능과 결합하여 건축설계 자동화라는 멋진, 그러나 건축가들에게 꼭 반갑지만은 않은 미래를 제시한다. 이미 주택설계자동화 시스템을 서비스하는 회사들이 나타나고 있다. 우수한 품질의 프리패브 시스템과



미국 LA 소재 벤처기업인 Cover사의 인공지능 설계 서비스 홈페이지

유통망이 결합되면 이는 적어도 주거건축 시장에 혁신을 가져올 수 있다 이러한 징후는 불행히도 건축계가 아닌 가구회사나 문구유통업체에서 선도적으로 나타나고 있다. 이러한 소식은 그저 그런 실력으로 소위 집장사 주택을 양산하던 일부 허가방 건축가 시대의 종언을 예고하고 있다. 그러나 이러한 시스템의 도래가 대다수 창의적 건축가들의 일자리를 빼앗지는 않을 것이다. 오히려 다양하고 고품질의 주택 상품 시대에 건축가가 지식산업화된 건축시장에서 보다 다채롭게 활약하는 시대를 생각해 볼 수도 있다.

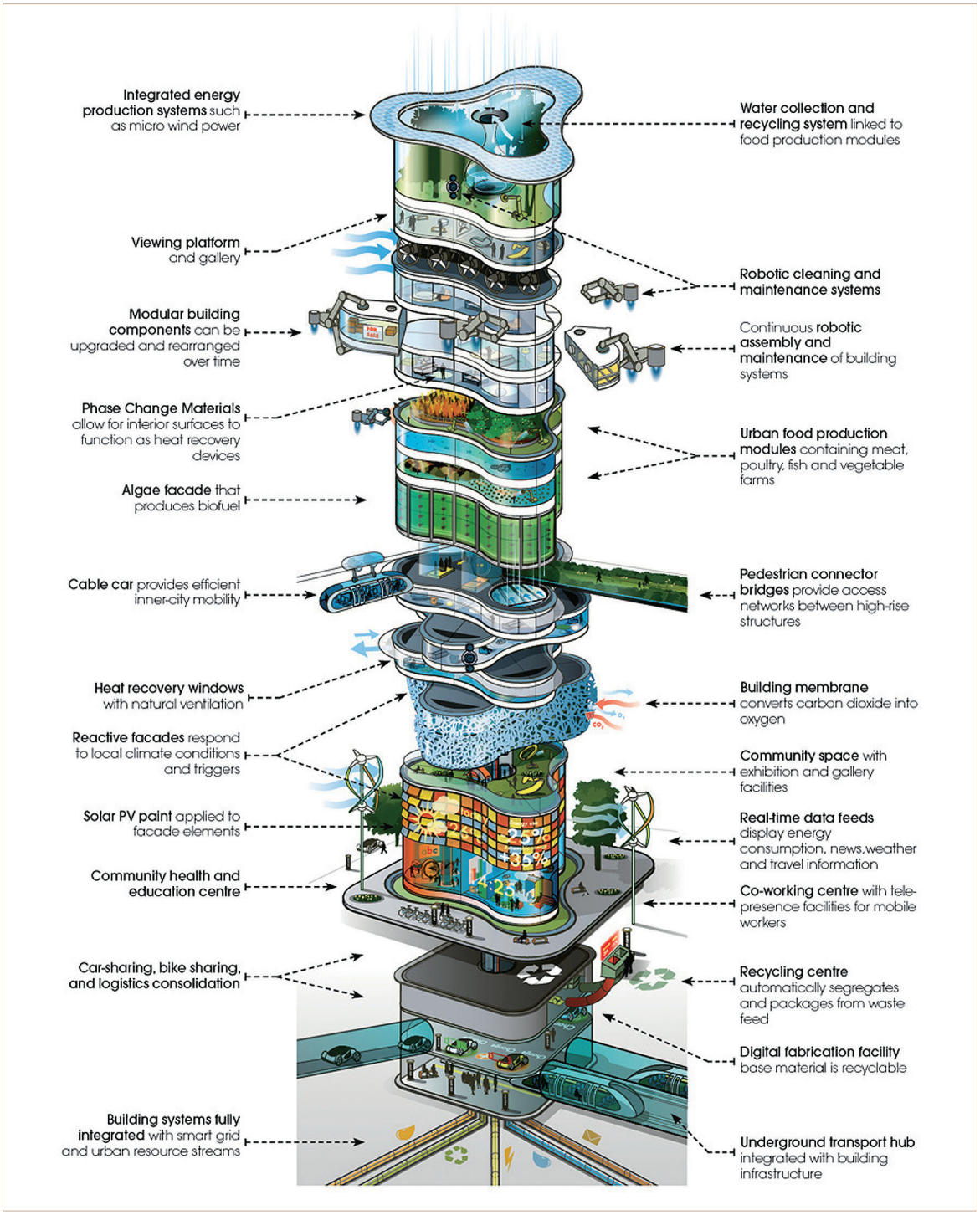
4차 산업혁명의 레퍼런스처럼 인용되는 독일 안스바흐(Ansbach)에 소재한 아디다스(Adidas) 신발 공장은 저렴한 인건비를 무기로 고도성장을 구가하던 신흥 산업국들에 경종을 울리고 있다. 이는 단순히 사물네트워크, 3D 프린팅이나 로봇기술이 결합된 스마트 팩토리(smart factory)의 문제가 아니라 산업구조의 변화, 새로운 비즈니스 모델의 탄생, 새로운 시장의 탄생을 의미하기 때문이다. 그러나 건축계에서 4차 산업혁명은 아직 이해하기 어려운 현상이다.

로봇으로 변신을 거듭하는 건축물

4차 산업혁명과 관련하여 건축 자체의 변화와 건축을 구현하는 도구의 변화를 살펴볼 수 있다. 지금까지 건축에 비해서 건축물은 그 자체가 로봇으로 변신을 거듭하고 있다. 오티스(Otis)가 1853년 엘리베이터를 최초로 소개한 이래 건축물의 로봇화는 급속하게 진행되어 왔다. 건축물에서 차지하는 비용 중 보이지 않는 부분에 들어가는 비용, 즉 통신망·배관·무선통신장비와 센서 네트워크 등에 들어가는 비용의 비중은 놀라우리만큼 커졌다.

이제 건축물의 외피는 건물의 내·외부를 분리하고 외기로부터 재실자를 보호하며 사람들이 의미를 읽어내는 수동적인 파사드를 넘어선다. 능동적인 지능형 외피는 외기와 재실자의 상태에 반응하며, 그것을 예측하여 선제적으로 작동한다. 이미 주요 건축 엔지니어링 회사들은 에너지 하베스팅 기술이나 바이오 연료 생산 기술이 결합된 신소재 외피재료, 식량생산 기술이 결합된 외피 시스템을 제시하고 있다. 현실화되고 있는 자율주행차 시스템과 인터페이스하기 위해서는 건축이 훨씬 더 로봇에 가까워질 것임을 알 수 있다.

ARUP의 2050년 미래 건축 연구: It's Alive에서 제시된 가상의 건축물



자료: ARUP 홈페이지(www.arup.com)

건축은 인간의 라이프 스타일과 기후환경 변화에 적극적으로 대응하는 기계에 가까워지고 있다. 또한 좀 더 스마트 도시의 통신 및 에너지 인프라에 쉽게 플러그인될 수 있는 구조가 될 것이며, 자율주행차를 포함하는 미래 도시 모빌리티 기술에 대응하여 그 모습이나 구조가 달라질 것이다. 현재 습식의 건설시공 공정은 모듈화 프리패브화된 건축시스템과 로보틱 공정이 결합됨으로써 건축물의 유지·관리 및 운용이 기계나 로봇 수준으로 고도화될 것이다. 이러한 로봇 건축은 신종의 이질적 재료와 물리적 특성을 고려한 형상과 구조, 구법, 운용법에 대한 실험과 창의적 활용을 필요로 한다.

건축물 자체가 로봇화되는 상황과 평행하게 건축을 구현하는 도구도 큰 변화를 맞고 있다. 건물정보모델(BIM)은 프로덕트 모델로서 건축물의 형상과 속성을 엔지니어링 데이터베이스에서 관리할 수 있는 도구로 발전해 왔다. 항공기나 선박과 같은 복잡한 기계들의 설계·생산 및 생애주기 유지·관리를 위해서 이미 보편화된 도구인 PLM(Product Lifecycle Management)은 생산성 극대화를 위한 플랫폼이다. 전통적으로 습식의 현장 시공과 숍드로잉이라는 현장성이 강하고, 그리고 허용오차(tolerance)가 제품설계 분야에 비해선 턱없이 큰 건축 분야는 정보모델의 이론과 실제의 간극을 좁히는 데 어려움을 겪어 왔다. 또한 전통적으로 건축가들은 건축물을 단순한 물리적 제품이나 상품으로 보는 것을 꺼려왔다. 물리적 형상보다 무형의 공간에 더 큰 가치를 두는 건축 특성은 제품설계 분야에 비해서 적절한 도구를 찾기가 어려웠고 항상 CAD는 '건축을 이해하지 못하는 도구'라는 오명을 얻어 왔다.

그러나 상황은 달라지고 있다. 건축물의 제품화와 프리패브화가 가속화되면서 건축물도 제품처럼 설계하고 시공 및 유지·관리할 수 있는 시대가 도래하고 있기 때문이다. 또한 건설현장의 전문 인력난과 인건비 상승은 프리패브와 로봇 시공의 도입을 원하고 있다. 3D 프린팅 기술의 폭발적 발전과 함께 디지털 패브리케이션 기술은 설계 단계에도 깊숙이 파고든다. 과거의 CNC 공작기계에 의한 부품 제작이 현장 시공을 위한 기술이었다면 3D 프린팅은 설계단계에서 건축 모형을 출력하는 수준을 넘어서 실제 크기의 프로토타이핑을 통해서 설계 성능을 사전에 파악하고 최적의 대안을 찾을 수 있게 한다. 그리고 물리적 프로토타입을 제작하고 다뤄봄으로써 일반화된 재료의 물성과 거동을 넘어서는 새로운 구조를 테스트해 보고 혁신적인 설계를 할 수 있다.

3D프린팅의 등장에 따른 건축환경 변화

3D 프린팅은 초기의 수지에서 금속, 콘크리트, 세라믹 등 그 재료의 한계를 급격히 극복하고 있다. 그리고 로봇과 결합하여 실제 크기의 구조물을 출력함으로써 건축의 생산방식을 크게 바꿀 것이다. 파라메트릭 디자인 정보에 의해 컨트롤되는 로봇은 기존의 경화성 재료를 출력하는 것 외에 벽돌의 조적이나 목구조의 부재들을 조립하는 일들을 하게 된다. 따라서 이제 파라메트릭 디자인의 관심은 형상에서 재료로 그 초점을 옮겨 가고 있다고 해도 과언이 아니다.

환경의 변화는 설계 조직의 변화도 요구한다. 라이프 스타일의 급격한 변화와 산업 환경의 변화는 새로운 공간 프로그램을 요구한다. 이질적인 공간 프로그램의 조합과 변용에 의해 기존의 유형을 템플레이트처럼 적용하기 어려운 새로운 설계의 유형이 계속 나타난다. 이러한 설계 유형을 만들어내지 못하는 설계회사는 도태되기 마련이다. 적어도 세계 시장에서 명함을 내밀 수 없다. 프로젝트의 물리적 규모에 관계없이 새로운 설계 유형들은 제품 디자인 프로세스에서 요구되는 기획과 사용자 경험의 통합, 그리고 프로토타이핑 프로세스를 요구한다.

설계조직은 더 이상 선임 설계자의 개념 스케치를 받아서 후임 설계자가 대안(alt.)들을 만들어서 장단점을 비교하는 크리틱 프로세스일 수가 없다. 설계 초기 단계에 투명하게 통합되는 다양한 성능지향적 시뮬레이션 테크닉과 클라우드 컴퓨팅 기술의 지원에 의해서 설계안들은 어떤 안이 어떤 안보다 선행하거나 발전된 개념이 아니라 동시다발적으로 발전되고 평가되는 비선형적 프로세스를 취하게 된다.

디지털 패브리케이션 기술은 건축의 생산과정은 물론 설계과정에서도 중요한 역할을 하게 된다. 3D 프린팅 기술을 사용하여 대규모의 정밀 모형을 자유롭게 출력하는 것처럼 기존의 표현영역 개념을 넘어서 물리적인 프로토타이핑에 필요한 실물 크기의 부품이나 건축시스템을 설계과정에서 출력하고 테스트할 수 있기에 설계초기 단계부터 건물의 성능을 구체적으로 예측하고 컨트롤할 수 있다. 따라서 설계 조직에서도 디지털 패브리케이션 프로세스에 통달한 전문가, 재료 엔지니어, 그리고 파라메트릭 디자인과 BIM을 코디네이트하는 전문가의 역할이 매우 중요해진다.

아울러 데이터를 분석하고 이를 설계 프로세스의 중요한 재료로 사용할 수 있도록 가공하는 데이터 전문가의 역할도 중요해진다. 디지털 패브리케이션은 기존 건축자재의 범위를 넘어서 여러 매력적인 신재료를 건축에 도입하고 있다. 따라서 설계단계에서 실물 스케일의 프로토타이핑과 인터랙션을 위해서 외부 조직과의 보다 역동적이 다학제적 협업이 중요해진다. 또한 건축물이 점점 로봇화되면서 IoT 디바이스나 로보틱 부품, 에너지 하베스팅에 필요한 상태변화물질 등도 중요한 재료가 되고 있다. 그보다도 더 매력적이고 강력한 재료는 아마도 데이터가 될 것이다.

결국 설계의 조직은 이러한 새로운 재료와 프로세스를 다루기 위해서 변신해야 한다. 교육과 실무현장에서 설계 프로세스는 도제적이고 크리틱 중심의 환경에서 벗어나 연구가 통합된 설계프로세스(research integrated design)가 되어야 한다. 건축 서비스 산업은 4차 산업혁명이 가지는 디지털 트랜스포메이션의 본질을 이해하고 이에 대응하는 설계 실무의 조직과 교육 시스템의 변화를 전제로 선진화될 수 있다.