

제품개발 측면에서의 Design Science와 Product Data Technology

1. 서 론

Design science와 컴퓨터 응용에 대한 연구는 제품 개발 측면에서 공통분야가 많으나 지금까지 각각 따로 이 발전되어왔다. design science는 초기설계단계에 그 효용성이 알려진 반면에 전산응용연구는 생산단계에서 그 중요성이 강조되었다. 그러나 전산응용연구는 초기의 개념설계 단계에서부터 이미 효과적으로 응용될 수 있다. 실제 산업현장에서 기계제품에는 아직 개념설계 과정에서 응용되지 못하고 있으나 전자회로 분야만 해도 전혀 다르게 성공적으로 응용되고 있다. design science 측면에서 초기과정에서의 개념설계와 설계요구조건외의 강조는 선택되는 방법의 효율성을 높이기 위해서다. 전산응용 제품개발 방법들은 작업 데이터들에 의한 해석수확모델이 만들어지고 응용되는 작업과정이 알고리즘으로 표현 가능한 경우에 큰 관심을 끌고 있다. 기계설계의 planning, calculation 및 simulation에서는 더욱 그렇다. CNC machine의 사용은 산업분야마다 차이가 있으나 꾸준히 늘고 있다. 사용이 많은 분야에서 이 기계는 제품개발과정까지 연관될 필요성이 있다. 이 점에서 product data technology는 새로운 대체방법의 경제적인 해석이나 개념설계의 역할을 할 수 있다. 이 학문은 기술적인 시스템의 개발을 지적인 문제해결 프로세스로 생각하는 design science를 대신하여 새로운 프로세스를 만드는 driver 위치를 행할 수 있다. 이것은 제품개발프로세스를 취급하는 시스템소프트웨어가 최적프로세스로 연결되어 있기 때문이다. 하드웨어와 소프트웨어 성능이 지속적으로 향상되고 학문에 응용되므로써 미래에는 두 학문분야가 제품개발분야에서는 서로 다른 방향에서 확장하여 병렬로 될 것 같다. 그러나 서로 다른 응용방법이나 관점 때문에 두 분야의 연구가 같은 방향으로 가지 못하고 확산될 위험이 있다. 그러므로 두 분야가 협력하고 같은 방향으로 갈 수 있도록 하는

새로운 방향설정이 필요하다. 다음절들에 design science와 product data technology 두 학문분야의 기계설계 측면에서의 현 위치를 조명해 본다. 이런 면에서 기계설계와 제품개발을 동의어로 쓰고자 한다.

2. 설계방법론

2.1 독일어 지역에서의 설계방법론

설계방법론은 design science의 대표적 결과물이다. 이 테마에 대한 개별적 논문들^{2,5)}과 전체적인 특성들에 대한 논의가 VDI 2221에 개제되었다. 설계방법론은 작업교육과 작업수행의 개선을 목적으로 한 설계의 flow chart를 말한다⁶⁾. 이것의 주요한 역할은 설계의 흐름을 요약하고 체계화하는 것이다. 그러므로, 매우 추상적인 모델이지만, 프로세스모델을 위한 함수들을 갖는다. 이 함수들에 명확히 하는 단계를 위한 발전적 해결책(heuristic solution)을 포함한다. 이러한 해결책은 여러 추상화의 단계에 순차적으로 일어나야 하는 작업의 엄밀한 관찰에 기초를 두고 있다. 전체적으로 설계방법론에 쓰여지는 진행방법들은 가능한 해결책들의 집합참고 속에서의 페어 맞춤이라고 할 수 있다. 시스템테크닉 관점에서 본다면 설계방법론은 하나의 기술적 시스템의 작용이고 구조이다. 여기에 개념설계 단계에서의 특별한 작용들이 요소함수나 실현원리 형태로 묘사되어 있다. 이것은 이어지는 styling 단계에서 구조적인 설명이 덧붙여진다. 이들의 form은 기하정보 형태이며, 이 기하정보는 내재된 특성들에 따라 선택된 작용들을 수행한다. 설계방법론에 컴퓨터 사용 정도는 VDI 2221에 쓰여진 데로 아직 초보단계 수준이다.

2.2 국제적으로 사용되는 일반적 설계방법론

Design science 분야에는 세계적으로는 여러 논문들이 존재한다. N.P. Suh⁷⁾는 하나의 관찰방법을 주장하였는데, 이 방법은 단지 몇 개의 공리(axiom)와 이

들로부터 파생되는 원칙만으로 구성된다. 그는 독립적인 함수들의 axiom을 가지고 설계방법론의 요소함수에 비교되는 개념을 설계하였다. J.S. Gero⁸⁾은 여기에 VDI 2221에 쓰여진 대로 설계부품 용도의 부분품을 위하여 체계적인 사고를 덧 붙였다. 그 외에 Gero는 설계자가 설계프로세스를 실행하는 주위조건(situation)의 중요성을 강조하였다. 그에 따르면 제안되는 해결책이나 설계자의 작업환경에 대한 선택은 이 주위조건에 달려있다. 9)나 10)은 다른 종류의 참고논문이다. 세계적으로 넓은 범위의 여러 approach 들이 연구되고 있다. 그러나 설계방법론에서 빠뜨리고 있는 부분이 있으니 바로 프로세스 관점이다. 엄밀한 구조사슬 형태의 진행방법은 부분적으로는 너무 경직되어 실질적인 진행과 일치하지 않을 뿐만 아니라 대부분의 작업방법은 해결책의 발견에 초점이 주어지므로 실제 제품 개발을 위해서는 동작기계 성능 탓으로 돌려진다¹¹⁾.

3. 설계 프로세스에 컴퓨터 응용

3.1 설계 프로세스에 컴퓨터 응용 현황

컴퓨터와 소프트웨어의 사용은 설계 프로세스에 CAD(Computer Aided Design)라는 용어를 도입한다. 설계프로세스에서 3D-CAD의 질적인 장점은 의심할 여지가 없으나, 3D-CAD의 사용율 (독일산업체: 약 25%)은 아직 그리 높지 않다¹⁰⁾. 항공산업이나 자동차 산업은 비교적 높은 사용율을 기록한다. 그러나 이러한 원인은 CAD의 장점보다는 인프라 구조와 노동자 재교육에 필수적인 투자비용 때문이다. 기 CAD 사용업체는 PDM(Product Data Management), FEM(Finite Element Method) 또는 계산이나 정보 management를 위해 다른 판매소프트웨어를 받아들이기 쉽다. 이런 관점에서 컴퓨터 intergration에 몰두하는 산업과 아직 컴퓨터 응용의 첫발을 내딛지 않고 있는 산업들 사이에는 차이가 많다. 컴퓨터 응용설계를 위한 개개의 사용은 product data technology 연구 영역에 속한다. product data technology의 숙제는 컴퓨터의 최적의 사용을 위한 프로세스사슬을 보이고 이를 위한 필수기술을 개발시키는 것이다.

3.2 설계프로세스에 컴퓨터 사용의 효과

소프트웨어시스템이 주로 개별문제 해답을 풀기 위하여 사용되는 한 이 시스템소프트웨어의 기본프로세

스에 대한 영향은 미미하고 CAD 사용의 이 때의 목적은 오히려 도면그리기이다. 그것은 예나 지금이나 생산지시서를 위한 도면 제조용이다. 생산준비를 위한 프로세스사슬 처럼 개별문제들의 연결된 해결을 도모하는 소프트웨어시스템의 응용은 그 나름의 고유한 다이나믹을 발전시켰다. 한 data의 다단계에서의 사용이나 보조 data의 알고리즘을 통한 유도 등을 기본으로 도달할 수 있는 절약기대치는 경제적인 전제조건과 적기생산문제를 해결하였다. 이 프로세스는 만들어졌고 최적화과정을 거쳐야한다. 설계 분야 응용 소프트웨어시스템에 기술혁신 제품개발을 위하여 사용되어지는 보조수단들의 최적화를 위하여 여러각도의 연구가 행해지고 있다. 그 중에 특별히 feature approach를 여기 소개한다. feature의 개념은 다음의 관점에서 나온다.

- 생산조건에 대한 고려
- 기술정보와 함께 함
- 요소 표준화 측면에서의 설계안전율

흥미롭게도 시스템테크닉 관점에서의 feature approach는 설계방법론의 요소함수나 작업원리를 반영하는 요소 - 혹은 모듈사고의 연장이다. 바로 작업원리에서 feature로의 진행방법은 설계방법론의 방식과 매우 유사하다. feature approach는 design science와 product data technology 사이에 협력 필요성에 대한 좋은 예이다. 결론적으로 컴퓨터를 응용한 설계프로세스의 개선은 주로 형상설계 과정에 즉 기하정보를 어떻게 잘 이용하느냐에 달려있는데¹²⁾, 특별히 다음의 경우에 효과적이다.

- 컴퓨터에 작업가능 정보가 이미 존재할 때
- 계산의 정확도가 증명되거나 해석수학으로 쓰여질 수 있는 정보일 때
- 정보에 대한 작업과정이 알고리즘으로 쓰여질 수 있을 때

제품개발을 위한 product data technology에 프로세스사슬은 현재 설계방법론의 flow chart에 비해 많이 다르다.

4. Design science의 변화

컴퓨터 기술 및 응용 field의 급속한 변화로 design

science는 학문의 추구방향을 새로 설정해야 하는 긴박한 상황에 놓여있다. 이러한 긴박한 상황에 적절한 대처가 취해지지 않는다면 design science와 컴퓨터응용설계 사이에 기 존재하는 간격은 더 커질 것이다. 그로 인하여 경영자들이 제품개발에 독립성을 상실하게 하는 즉 판매소프트웨어 생산업자의 손에 크게 의존하도록 하는 컴퓨터설비를 갖추는 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다. 이미 자동차산업의 많은 회사들은 고객의 기술적 요청사항을 만족하는 제품개발에 큰 어려움을 겪고 있다. 실제적으로 디지털 data 작업은 증가했으나 그렇다고 만족할만한 해결책이 나온 것은 아니다. 많은 회사들은 협력사나 부서 사이에 data 교환에서 큰 마찰을 빚고 있다. 그러므로 design science는 product data technology에서 제공하는 approach 나 해결방책을 적극 활용하여 산업체들이 환영하는 프로토타입적 해결책을 제시하여 학문적 가능성을 보일 때가 왔다.

5. Product data technology의 변화

5.1 설계에서의 컴퓨터 응용

Product data technology는 컴퓨터 기술을 어떻게 체계적이며 효과적으로 생산프로세스에 적용시킬가를 연구한다. 하나의 주요 연구포인트는 제품개발 단계에서의 응용시스템이다. design science의 측면에서 컴퓨터의 응용은 학문적 방향이라기 보다는 단지 작업을 완성시키는 수단이다. 심리학자의 연구에 의하면 한사람의 문제해결 능력은 제한되어 있고 응용소프트웨어 직접 사용을 포함한 모든 행동은 이 능력으로부터 나온다¹³⁾. 그러므로 컴퓨터의 사용은 문제 취급 능력을 향상시킨다. 효과적인 작업을 위한 하나의 인상적인 예가 핸드스케치이다¹⁴⁾. 핸드스케치는 제품구상 문제의 중심포인트만을 나타내는데, 완전하게 나타내지도 모든 부품을 치수적으로 나타내지도 않는다. 그런데도 핸드스케치는 설계자들 사이에 독보적인 이해의 수단이며 핸드스케치를 컴퓨터 사용으로 대체시키기는 어렵다¹⁵⁾.

5.2 컴퓨터 integration을 위한 연구들

하드웨어나 소프트웨어 분야에 사용할 수 있는 기술들은 이미 설계프로세스를 굉장한 속도로 개선하고 있다. 특히 정보취급 계통에서는 컴퓨터 사용이 강력히 늘고 있다. 컴퓨터 응용시에는 다음과 같은 설계프로

세스 동안에 일어나는 상황을 처리할 수 있도록 고려해야 한다¹⁶⁾.

- Simulation 이나 역학계산 등의 설계를 위한 알고리즘의 수행
- 나누어 일하는 프로젝트 팀들의 제품구상에 대한 note, 그림 또는 필수 data를 나타낼 수 있는 커뮤니케이션 수단을 통하여 일할 수 있는 방법
- 설계자의 그림적인 구상을 보조하기 위하여 단지 개념적인 제품이라도 사실적으로 그릴 수 있는 방법

위의 마지막 포인트는 "situatedness" 와 관련하여 8)의 논문에서 설명되는데, 설계프로세스는 주위환경에 큰 영향을 받는다는 것이다. 예를 들면 virtual reality 는 설계자에게 바로 구상된 제품을 실제 사용처에서 볼 수 있도록 한다. 개념설계 과정에서 응용시스템의 사용을 위해서는 하나의 전제조건이 필요하다. 즉 이 작업정보는 단지 컴퓨터에 나타내기 위하여 존재한다는 전제이다. 덧붙여 기 존재하는 함수들과의 연관은 배제된다^{17,18)}. 경험가시스템의 사용은 개념설계에서 컴퓨터 사용을 위한 좋은 예이다. 그러나 이를 위하여서는 product data model의 integration을 전제로 한다. 그것은 한번 생성된 data 나 information을 손실 없이 관리하므로 똑같은 data의 여러 번 생성을 막는다. 그러므로 설계프로세스에서 컴퓨터 응용의 integration을 위한 방법론적이나 기술적인 해결책은 중요한 연구과제이다. ISO 10303 STEP 응용 report AP214 "Core Data for Automotive Design Processes" 의 개발 경험에 비추어 볼 때 자동차 산업 이외에는 여러 다른 프로세스에서 data의 공동 사용이 어렵다. 또한 컴퓨터 응용이 요구되는 종류나 함수범위에서 매우 이질적이다. 결론적으로 integration 된 제품구상의 개념은 아직 data 교환에서 문제가 있다.

6. 결 론

컴퓨터 technology의 integration을 위한 연구에서 컴퓨터 투입이 경제적으로 이익이 있는지의 여부는 항상 유용한 문제 해결방법이 준비되느냐에 달려있다. 실제적으로 컴퓨터응용 프로세스가 비록 설계방법론의 기준은 충족시키지 못한다 하더라도 경제적으로 가치

가 있고 경영자에게 이익을 가져다 줄 수 있다. 이러한 관점에서 과연 design science는 경제적인 요구사항을 고려하는지에 대한 비판이 제기되며 이대로라면 곧 전체적으로 컴퓨터 integrate 된 제품개발 프로세스가 출현할 수 있다^{11,19)}. design science는 이제 아직 연구 안된 분야를 개척하든지 이미 정립된 학문결론들에 대한 재논의점을 찾든지 하여야 한다. 학문은 항상 주위에 있는 technology 들에 대해 응용 가능한지를 점검하고 integration을 시도할 수 있다. design science와 product data technology는 이 점에서 서로 공생의 공동작업을 시작할 수 있다. design science는 아직 완성되지 않은 제품구상에 대한 문제해결 프로세스를 해결하기 위하여 product data technology를 응용하도록 문을 열고 product data technology는 이를 받아들여 프로세스로서 설계를 크게 개선할 수 있는 새로운 종류의 technology를 제시할 수 있다.

설계방법론은 현재 적당한 기본 초석을 찾고 있는데, 한 쪽에서 새로운 시도가 이루어지고 있다. 이것은 미래 컴퓨터 응용의 발전과 프로세스의 사용을 기본으로 한다. 성공한다면 design science와 product data technology가 융합하여 성공적인 제품구상과 산업현장에 응용을 위하여 연구하는 학문분야가 탄생될 것이다.

참고문헌

1. Beitz, W.: Konstruktionsmethodik fuer die Praxis, Konstruktion 41 (1989), S. 403ff.
2. Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin Springer 1993.
3. Koller, R.: Konstruktionslehre fuer den Maschinenbau, Berlin Springer 1994.
4. Roth, K.-H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Bd. 1, Berlin Springer 1994.
5. Breiing, A.; Flemning, M.: Theorie und Methoden des Konstruierens, Berlin Springer 1993.
6. Franke, H. J.: Konstruktionsmethodik vor dem Paradigmenwechsel Konstruktionsforschung in Deutschland, ein kurzer Abriss, In: Grabowski, H. u.a. (Hrsg.): Universal Design Theory. Aachen; Shaker Verl. 1998.
7. Suh, N. P.: The Principles of design. Oxford: Oxford Univ. Press 1990.
8. Gero, J.S.: Towards & model of desgning which includes its situatedness. In: Grabowski, H. u.a.

(Hrsg.): Universal Design Theory. Aachen Shaker Verl 1998.

9. Toimiyama, T.: General design theory and its extensions and applications. In: Grabowski, H. u.a. (Hrsg.): Universal Design Theory. Aachen Shaker Verl. 1998.
10. Spur, G; Krause, F. L.: Das virtuelle Produkt. Muenchen Hanser 1997.
11. Cross, N.: Engineering design methods. New York: John Wiley & Sons 1989.
12. Abeln, O.: Das CAD Referenzmodell. Stuttgart: Teubner 1995.
13. Haker, W.: Psychological contributions to and demands on a general theory of design. In: Grabowski, H. u.a. (Hrsg.): Universal Design Theory. Aachen Shaker Verl. 1998.
14. Richter, W.: Wuensche an die Konstruktionslehre. Konstruktion 42 (1990) S. 313ff.
15. Zanker, W. u.a.: The interactive protocol-and-analysis-method [IPAS]- a tool supporting integrated product development. Proceed. int. conf. engng. design, ICED, Tampere, 19.-21.08.1997.
16. Anderl, R.; Philipp, M.: Discursive modelling of semantic information. Proceed. Systems Modell. Control, Zakopane (Polen), 26.04.-01.05.1998.
17. Anderl, R.; Philipp, M.: Das MUSE Strukturmodell. Abschl.ber.DFG-Einzelverf. (An 256/1-1). Fachgeb. Datenverarb.i.d.Konstruktion, TU Darmstadt 1997.
18. Anderl, R.; Philipp, M.: Rechnergestuetzte Validierung technischer Systemen in fruehen Phasen der Produktentwicklung, Konstruktion 49 (1997) H.4,S.19.
19. Grabowski, H. u.a.: Universal design theory: Its elements and its applicability on computer. In: Grabowski, H. u.a. (Hrsg.): Universal Design Theory. Aachen Shaker Verl. 1998.

《《Konstruktion Vol. 51, No. 3, March 1999》》

R. Anderl, M. Philipp
 Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion, TU Darmstadt, Germany

본 기사는 울산대학교 박홍석 편집위원과 목포대학교의 정형배 편집위원이 “Konstruktion”에서 발췌하였으며 출판사인 Springer-VDI-Verlag의 연락처는 다음과 같다.

• Fax : +49-211-6103-414

• E-mail : vertrieb@technikwissen.de