

Intelligent CAD란?

김 영 진

경희대학교 산업공학과

1. 설계란?

설계는 옛날의 바퀴의 발명으로부터 현재의 최첨단 항공기에 이르기까지 인간이 사용하는 모든 제품을 생산하는데 필수적인 기본공정 중 하나다. 이 설계가 그 긴 역사에 비해서는 아직도 덜 체계화되어 있는 것이 사실이며 여러 가지 학문적인 주장이 있는 것도 사실이지만 그 형성과정을 살펴보는 것이 Intelligent CAD의 설명에 도움이 되리라 생각한다.

60년대 이전까지 설계는 체계화된 학문으로 인식되어지기보다는 그 때 그 때 처한 상황에 대처할 수 있는 문제 해결능력을 부여하는 도구(협회의 설계)로 인식되었다. 이러한 도구에는 스케치, 역학적 계산식, 도면 등을 포함할 수 있으며 이것의 결과는 객체에 대한 표현(description of an object)이라 할 수 있다. 설계를 협의로 해석하는 견해의 저변에는 설계가 결국 설계자의 순간적인 순발력이나 창의성을 바탕으로 한 것이며 이를 체계적인 틀 안에 정의하기가 어렵다는 인식이 있는 것이다. 그러나 60년대 들어와서 설계를 체계화시키려는 노력이 시작되었는데 그 시초는 Asimov라 할 것이다. 그 이후에 세계 여러 나라에서 설계를 이론적으로 체계화시키는 작업이 80년대를 지나 90년대에 이르러 독일의 Pahl, Beitz, Hubka 등과 호주의 Gero, 미국의 Dixon, 서남표, Sriram, Ullman 등에 의하여 수행되고 있다.

설계이론의 관점에서는 설계가 과정으로 묘사되어지는데 그 중 몇 가지 설계의 정의를 들어보면 "설계는 요구되는 기능을 만족시키는 형상의 구체화 단계", "설계는 최적화 값을 구하기 위한 반복적인 선택과정"이라는 말로 요약되고 있다. 따라서 대부분의 학자가 공감하고 있는 설계의 단계는 Pahl과 Beitz가 제안한 다음의 단계로 볼 수 있다.

1단계: 제품계획 및 제품사양 확정

2단계: 개념설계

3단계: 구체화설계

4단계: 상세설계

또는 Ullman이 주장한 바와 같이 3,4단계를 합쳐서 제품설계로 규정지을 수도 있다. 어떤 경우든지 설계는 어떤 제품에 대한 필요성의 발견으로부터 그것을 기능적인 면으로 나누고 각각의 기능을 수행하는 형상을 구체화하고 이것들을 합하는 과정으로 요약되는 것이다. 각각의 과정은 그 나름대로 상당한 시간과 비용을 요구하는 공정으로 볼 수 있다. 이상에서 본 설계론의 가장 큰 목표는 설계과정의 초기 단계에서 수행되는 설계결정을 가능하면 많이 또 적절하게 함으로써 설계의 후기에서는 선택의 수를 줄이고 이를 통해 설계기간을 단축하는데 있다.

오랜 기간에 걸쳐서 학자들은 이렇게 복잡한 설계 과정이 자동화되는 방법은 없는가에 대하여 연구를 수행해왔으나 이 연구의 걸림돌은 항상 설계초기단계에서 행해지는 개념설계에 필요한 창의성과 설계의 전 과정을 통하여 계속 사용되는 인간의 의사결정이라고 할 것이다. 다음에서는 컴퓨터를 이용한 설계과정으로서의 CAD에 대한 설명과 이것이 궁극적으로는 인공지능을 이용한 Intelligent CAD가 될 수밖에 없다는 내용을 설명한다.

2. CAD란?

40년대 최초의 컴퓨터인 ENIAC이 개발된 후에 컴퓨터는 현재 괄목할 만한 성장을 거듭하고 있다. 컴퓨터의 여러 파급효과 중에서도 70년대를 거치면서 발전된 CAD는 현대 컴퓨터 기술의 총아라고 해도 과언이 아닐 것이다. CAD는 "과정"으로 요약되어지

는 설계의 각 단계에서 설계에 필수적인 연산기능과 도면기능을 자동화하는데 그 목적이 있다고 할 것이다. 컴퓨터는 초기단계에서부터 연산기능을 잘 수행하는 것이 그 목적이었고 이것은 설계에서 역학적인 이론에 의하여 해석이 수행될 때 매우 강력한 도구가 되었다. 도면을 도시하거나 3차원 입체에 대한 형상 모델링을 구현하는 컴퓨터 그래픽스는 그 정확도와 높은 해상도를 컴퓨터에 의해서 처리하고 있다. 또한 CAD를 위한 데이터베이스도 개발되어 그 효과는 도면 화일의 관리에서부터 여러 설계 프로그램의 관리에 이르기까지 자동화된 설계과정을 이룩하는데 중추적인 역할을 하고 있다. 이렇게 광목할 만한 성장을 보이는 CAD도 아직까지는 설계과정 전반에 걸친 자동화를 이루었다고 말할 수는 없는 입장이다. 즉, 아직도 CAD를 통한 설계의 과정에서 인간이 대부분의 의사결정과정이나 창의력이 요구되는 분야의 일을 전담하고 있으며 CAD는 그 작업을 보조해 주는 도구의 역할을 수행하고 있는 것이다. 따라서 진정한 의미의 자동화가 이루어지려면 인간의 역할을 대신할 수 있는 rational agent가 개발되어야 하는데 현재 AI와 CAD의 연구는 이 부분에 집중되고 있다.

3. Intelligent CAD

앞에서 본 바와 같이 설계를 자동화하는 것은 두 가지 분야로 요약될 수 있는데 그것은 첫째로는 설계과정을 수행하는데 있어서의 의사결정을 수행하고 그 이외의 관리부분을 자동화하는 분야와 둘째로는 설계자가 수행하는 창의적 작업을 대체하여 연역적(deductive), 설명적(abductive), 그리고 귀납적(inductive) 설계를 수행하는 것을 말한다. 자동화된 시스템을 구성하는 핵심 부분을 agent라고 표현하며 이것은 KBS(Knowledge Based System) 또는 전문가 시스템(Expert System)으로 나타낼 수 있다. 이것을 AI에서 사용하는 언어로 말하면 설계과정이나 창의성에 대한 설계자의 지식을 표현하는 방법(Representation)과 그 지식으로 표현된 지식베이스에 대한 추론(Inference)을 수행하는 것으로 나눌 수 있다. 지식을 표현하기 위해서는 지식을 취득하고 그것을 보존 또는 확장하는 방법이 제시되어야 하는데 그 방법으로는 전문가 시스템의 법칙이나 신경망을 이용한 네트워크법이 사용될 수 있다. 지식을 추론하는

방법으로는 기본적인 형태인 논리학(Classical Logic, NMR(NonMonotonic Reasoning), TMS(Truth Maintenance System), 퍼지논리학 등)을 사용할 수 있다. 다음에 소위 Intelligent CAD에 관계하는 여러 정보를 하나로 묶어 보았다.

▶ Intelligent CAD에 대한 대부분의 정보를 갖고있는 SITE.

<http://www.cs.wpi.edu/Research/aid/>

1) AI in Design Webliography General Information

2) AI in Design Webliography Courses

Artificial Intelligence in Design, Dave Brown, Worcester Polytechnic Institute, USA.

<http://www.cs.wpi.edu/Research/aid/CS540/aid.html>

Knowledge Based Engineering - Design Methodology, Dale Calkins, University of Washington, USA.

<http://swhite.me.washington.edu/~me570/>

Artificial Intelligence in Design, John Gero, University of Sydney, Australia.

<http://www.arch.su.edu.au/kcdc/teaching/courses97/ai.html>

Evolutionary Systems in Design, John Gero, University of Sydney, Australia.

http://www.arch.su.edu.au/kcdc/teaching/courses97/es_in_design.html

Knowledge-aided Design, Filippo Salustri, University of Windsor, Canada.

<http://salustri.esxf.uwindsor.ca/~fil/Courses/5:kad/1997s/lectures.html>

3) AI in Design Webliography Books

4) Recent Additions to the WPI AI in Design Webliography

5) Design Topics and Interests

NIST Related Servers

Manufacturing Information and Examples

Engineering and Design Servers

Rapid Prototyping

참고문헌

1. Asimow, M., *Introduction to Design*. Prentice-Hall,

- Englewood Cliffs, NJ, 1962.
2. Hill, P. H., *The Science of Engineering Design*. Holt, Rinehart and Winston, NY, 1970.
 3. Hubka, V., and Eder, W. E., "A Scientific Approach to Engineering Design," *Design Studies* 8(3): 123-137 (1987).
 4. Hubka, V., *Principles of Engineering Design*, Butterworth Scientific, 1980.
 5. Pahl, G., and Beitz, W., *Engineering Design*. The Design Council, London, 1984.
 6. Gero, J. S., *Design Optimization*, Academic Press, Orlando, 1985.
 7. Coyne, Roseman, Radford, Balachandran, Gero, *Knowledge-Based Design Systems*, Addison Wesley, 1990.
 8. Dixon, J. R., "On Research Methodology Towards a Scientific Theory of Engineering Design," *AI EDAM Jnl.*, Academic Press, 1(3): 145-157 (1987).
 9. "Artificial Intelligence in Engineering Design," Volume 1 and Volume 2, (Eds) C. Tong & D. Sriram, Academic Press, 1992.
 10. N. P. Suh, *The Principles of Design*, Oxford University Press, New York, 1990.
 11. Ullman, D. G., *The Mechanical Design Process*, McGraw-Hill International Editions, 1992.
 12. "Intelligent CAD I, II, III," *Proceedings of IFIP Working Group 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, (Eds) Yoshikawa, H., 1991.