

Unigraphics 기반 사출금형설계전용 CAD 시스템의 개발

이상헌*·이강수*·김경범*·김창준*·장진우*·김성찬**·김승엽**·허영무***·양진석***

An Unigraphics-Based CAD System for Injection Mold Design

S. H. Lee, K.-S. Lee, K.-B. Kim, C.-J. Kim, J.-W. Jang, S. C. Kim, S. Y. Kim,
Y. M. Huh, and J. S. Yang

Key Words: 사출 금형, CAD, 설계 자동화, 솔리드 모델링

Abstract

This paper describes a specialized CAD system for injection mold design, which has been developed using the application procedure interfaces of Unigraphics. The system consists of modeling modules that are mutually independent and can be accessed without any predefined sequence. In addition, the design process modeling capability proposed in this paper facilitate mold redesign process caused by modification of part shape.

1. 서 론

사출 성형 공정은 분말 또는 알갱이 상태의 고분자 재료에 열을 가해 용융시킨 후 압력을 가하여 금형 내부의 캐비티(cavity)를 충전한 후 냉각 시킴으로써 제품을 만드는 고분자 재료의 대표적인 가공 방법이다. 이 방법은 복잡한 형상의 제품을 단 한번에 만들어 낼 수 있는 효율적인 가공 방법으로서 대량 생산에 대단히 적합하기 때문에 기계 및 전자 산업 분야에 널리 사용되고 있다 [1,6]. 최근 국내외 제조업체간의 경쟁이 한층 치열해짐에 따라 각 기업들은 고품질의 제품을 보다 신속히 시장에 내놓기 위해 노력하고 있다. 금형의 설계 및 제작은 제품 개발 기간에 큰 영향을 끼치기 때문에 이에 소요되는 시간을 단축시키기 위한 노력을 경주하고 있다. 즉, 사출 성

형 과정의 시뮬레이션을 위한 해석 프로그램의 개발 및 적용[1], 전문가 시스템의 도입, 설계 자동화 프로그램의 개발[2,3,4,5,7,8,10], 나아가 제품의 설계에서의 금형 설계, 금형 제작에 이르는 전 공정을 지원하는 통합 시스템의 개발을 위한 노력이 경주되고 있다.[9]

한편, 최근 국내외 제조업체에서 제품 설계를 위하여 3차원 CAD 시스템을 도입, 적용하는 사례가 증가함에 따라 금형 설계도 이에 부응하여 2차원에서 3차원 CAD 시스템으로 전환하는 과도기에 직면하게 되었다. 그러나 3차원 CAD 시스템을 사용하여 금형을 설계할 경우, CAD 시스템이 제공하는 범용 모델링 기능만으로는 금형 설계를 효율적으로 수행할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 금형 설계 전용 모델링 기능들을 개발하여 이를 CAD 시스템에 추가시키는 작업이 필요하다.

이러한 업계의 요구에 부응하여 주요 CAD 시스템들은 선택 사양으로서 금형 설계 모듈을 개발, 판매하고 있다[2,3]. 대부분의 이들 시스템은 외국에서 개발되었으며, 이 경우국내업체의 설계 방법과 부품의 표준화 형식이 외국과 상이함에

* 국민대학교 자동차공학 전문대학원

** 서울대학교 대학원 기계설계학과

*** 생산기술연구원

따라 설계를 적절히 지원하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 국내 설계 환경에 적합한 금형 설계 전용 CAD 시스템을 개발할 필요가 있다. 이러한 요구에 부응하기 위하여 국내 대학들에서도 수년전부터 이러한 시스템을 개발하는 연구가 수행되어 왔으며[4,7,8,10], 일부 국내 CAD/CAM 업체에서도 PC 기반 CAD 시스템을 바탕으로 한 상용 프로그램을 개발하여 시판하고 있다.

본 논문에서는 통상산업부와 과학기술처에서 시행한 선도 기술 개발 사업가운데 하나로 개발된 Unigraphics의 UG/Open를 이용한 사출 금형 설계 전용 시스템의 개발 내용을 소개하고자 한다.

2. 시스템 구조

먼저 Unigraphics를 이용한 사출 금형 전용 CAD 시스템의 프로토타입을 개발하여 실제 현업에 투입시켜 본 결과, 다음과 같은 현장의 요구 사항을 도출할 수 있었다.

- 실제 현업에서는 시간이 부족할 경우, 분할, 상측, 하측으로 나누고 여러 설계자를 투입하여 동시 진행을 한다. 따라서 이와 같은 동시 설계 과정을 지원할 수 있는 시스템 구조를 갖추어야 한다.
- 사출 금형의 조립체 구조를 체계적이고 알기 쉽게 만들어야 한다.
- 제품에 국부적인 설계 변경이 있을 경우, 이러한 설계 변경에도 앞서 설계한 금형을 손쉽게 변경할 수 있어야 한다. 처음부터 다시 설계할 필요가 없어야 한다.
- 설계 전용 시스템에서 모든 금형 설계를 지원해 줄 수 없으므로 CAD 시스템의 범용 기능을 이용하여 만든 CAD 요소들을 전용 시스템에서 받아들여 설계에 이용할 수 있도록 해야 한다.
- 시스템이 높은 안정성을 갖고 작업이 이루어져야 한다.

이러한 요구 사항을 만족시키기 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 시스템 개발 목표를 설정하였다.

- 설계 전체를 관장하며 순차적으로 하도록 되어 있는 현 시스템에서 탈피하여, 각각의 설계 작업 별로 모듈화 하여, 설계를 위한 툴로서의 기능에 충실히 하도록 한다. 즉 각 작업의 실행 순서에 관계없이 설계가 가능하도록 하는 시스템 구조를 갖도록 한다.
- UG 시스템에서는 파라미터가 유지되는 상태에서는 원본의 형상변화가 결과물에 반영된다. 제품의 파라메트릭한 형상 변화에 대하여, 금형의 대응하는 형상부에 UG 시스템 차원에서 자동으로 변경이 이루어 질 수 있도록, 설계 전 과정에서 파라미터를 유지시킨다.
- 설계 과정 모델링의 구현을 통해 제품의 설계 변경에 효율적으로 대응하도록 한다.
- 사용자에게 의해 만들어진 부품을 시스템에 등록시키는 기능을 구현하도록 한다.
- 시스템 전반에 걸친 오류 처리를 강화한다.

Fig. 1은 이러한 목표를 바탕으로 새로이 구성한 시스템의 구조로서, 크게 코어 설계, 몰드베이스 설계, 그리고 기타 기능으로 각 모듈들을 분류하여 놓았다.

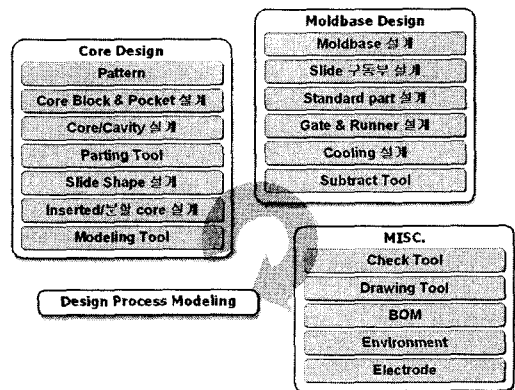


Fig. 1 Mold design modules

- 코어 설계는 하나의 part 파일에서 대부분 작업이 진행되며 최종적으로 코어, 캐비티, 슬라이드 형상부, 삽입 코어 등이 생성된다.
- 몰드베이스 설계는 7개의 모듈로 구성되며 빼기형상 기능(subtract tool)을 제외한 모듈들이 조립체 구조를 이루고 있다.
- 기타 기능의 경우, 제품의 정보를 확인하거나 설계된 금형의 정보 확인, 시스템의 환경 설정 등의 모듈들로 구성되어 있다.

· 설계 과정 모델링(design process modeling) 부분은 전체 모듈 내에서 이루어 지는 작업 전반에 관여하여 필요한 정보를 저장하고, 제품에 변화가 일어났을 때 각 모듈의 기능을 이용하여 금형 모델을 재 구성한다.

그러면 이제부터 지금까지 개발된 각 모듈들의 기능에 대하여 간략히 소개하도록 하겠다.

3. 개발된 모듈들의 기능

3.1 패턴 모듈 (Pattern Module)

이 모듈에서는 제품 모델을 시스템에서 인식하고 금형 중심에 맞추어 좌표계를 조정하며, 고분자 재료의 수축률을 보정하는 작업을 수행한다. 작업 결과는 패턴(pattern)으로서 저장된다.

3.2 코어 블록 및 포켓 모듈 (Core Block & Pocket Module)

패턴을 둘러싸는 육면체(bounding box)의 크기를 참조하여 코어 블록 및 조립시 코어 블록이 들어갈 포켓을 디자인한다. 여기서 코어 블록은 캐비티와 파팅면에 의한 상하형 분리 이전의 소재 형상을 지칭한다. 이 모듈에서는 여러가지 유형의 코어 블록을 생성시킬 수 있으며, Fig. 2에 박스 타입의 코어 블록을 만드는 기능의 GUI와 실행 예를 소개하고 있다. 여기에서는 코어 블록의 최소 좌표와 최대 좌표를 입력하여 크기를 정하고, 포켓은 코어 블록과의 간극(gap)을 입력하여 크기를 정한다. 또한 드릴 구멍 옵션을 이용하여 드릴의 위치와 직경 등을 결정할 수 있다.

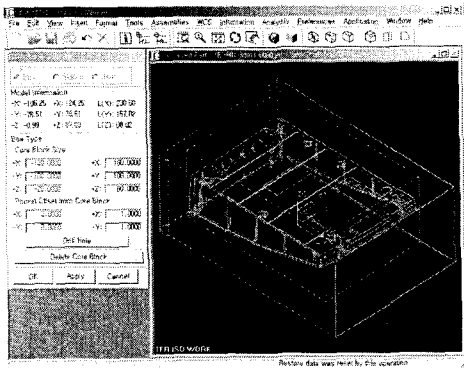


Fig. 2 Core block and pocket module

3.3 코어/캐비티 모듈 (Core/Cavity Module)

이 모듈에서는 사용자가 분할선(parting lines)을 지정하고 분할면(parting surfaces)들을 생성시키고, 이 분할면과 패턴을 코어 블록에서 빼냄으로써 코어 블록을 캐비티와 코어 블록으로 분할시키는 작업을 수행한다.

3.4 슬라이드 형상 모듈 (Slide Shape Module)

이 모듈은 언더컷 처리기구인 슬라이드의 형상부를 편리하게 모델링하기 위해 만들어 졌다. 전체적인 작업 순서는 대강의 슬라이드 모델을 만드는 단계를 거쳐, 실제로 제품의 형상을 반영한 절단면을 만들고, 만들어진 절단면을 이용하여, s 슬라이드 모델을 트리밍 한다. 이렇게 완성된 슬라이드 형상부는 코어/캐비티 블록, 분할/삽입 코어의 존재 여부에 따라 자동으로 빼기 불리안 작업을 수행한다.

3.5 인서트 코어 모듈 (Insert Core Module)

인서트 코어란 코어의 형상이 복잡하여 가공이 어려운 경우에 코어를 분할 가공하여 조립하는 방식을 취할 때 그 분할된 코어를 뜻한다. 사용자는 인서트 코어를 설계하기 위해 원하는 형상을 스케치하고 그 커브들을 뽑아낸(extrude) 후 코어/캐비티 블록과 불리안 작업을 수행한다. Fig. 3는 인서트 코어의 설계된 예를 보여주고 있다.

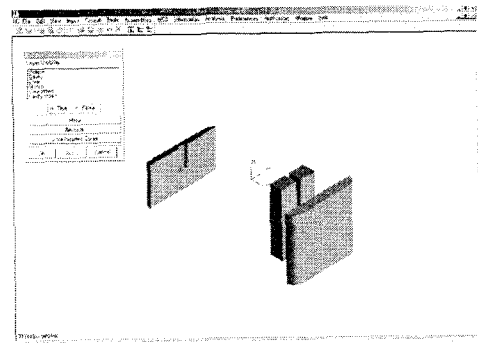


Fig. 3 Insert core module

3.6 모델링 툴 (Modeling Tool Module)

모델링 툴은 슬라이드 형상부나, 분할/삽입 코

(O-ring)이나 니플(nipple), 배플(baffle)에 대한 모델링 기능도 함께 가지고 있다. Fig. 7은 이 모듈을 사용하여 생성시킨 냉각수 회로의 예를 보여주고 있다.

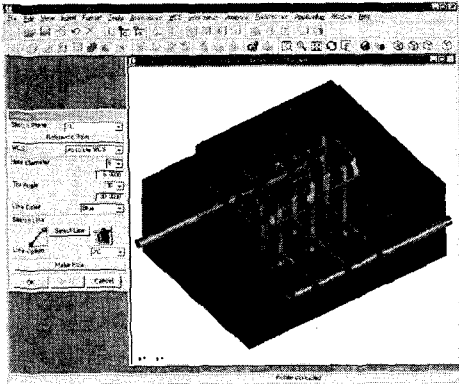


Fig. 7 Cooling channel module

3.11 검증 툴 모듈 (Check Tool Module)

이 모듈에서는 금형 설계 전반에서 필요한 모델에 대한 검증 기능들을 모아놓은 것이다. 여기서 체크하는 항목은 빼기 구배 (draft), 언더컷 (undercut), 솔리드 구성 여부, 지나치게 작은 위상 요소의 존재 여부 등이다.

4. 설계 과정 모델링 구현

금형설계에서는 제품이나 금형의 요소를 수정하는 일이 빈번하게 일어난다. 심지어 금형이 가공된 후에도 제품의 변경이 이루어지는 경우도 있다. 이처럼 빈번한 설계 변경을 수용하기 위한 시스템을 구성하기 위해서는 설계 과정 모델링의 구현이 가장 중요한 요소라 할 수 있다.

제품의 변화가 발생하였을 때, 시스템은 설계 과정 모델링을 통하여 저장된 데이터와 변화에 대응하는 사용자의 새로운 입력을 사용하여 파라메트릭한 금형 모델을 새롭게 생성한다는 것이 사출금형 설계 지원 시스템에서의 설계 과정 모델링의 목표 기능이다.

금형 설계가 완료된 이후나 설계가 진행 중인 상태에서 제품의 형상 변경이 발생할 수 있다. 제품에 발생하는 변경을 금형 설계의 설계 과정 모델링 관점에서는 분할의 변화가 있는가 없는가

에 따라 크게 2가지로 구분할 수 있다. 그 중 하나는 분할에 변화가 없는 것으로 소변화(minor change)라 하고, 분할에 변화가 있는 것은 변경되는 부분이 많기 때문에 대변화(major change)라 하자. 예를 들면, 분할선이 아닌 다른 부분의 블렌딩 치수의 변화나, 막힌 구멍(blind hole)과 같은 것이 있겠다. 대변화는 분할선이나 분할면의 변화를 말한다. 단순한 것이라고 생각할 수 있는 구멍(hole)의 생성도, 새로운 분할면의 생성을 요구하므로 대변화의 일종이다.

소변화의 경우 모델러의 파라메트릭 모델링 기능을 이용하여 금형 설계가 되어 있다면, 모델러 내에서의 업데이트만으로 해결이 가능하다. 그러나 대변화나 제품의 파라미터를 유지시켜주지 않는 변화가 발생할 경우에는 설계 과정 모델링 기능을 통하여 금형 설계를 재구성하여야 한다.

본 연구에서는 변경된 부분에 대한 새로운 사용자의 입력과 기존 설계과정에서 저장된 내용을 이용하여 금형 설계를 재구성하는 것을 재생성(remake)라 하기로 하고 재생성 방안에 관하여 연구를 수행하였다. Fig. 8에서는 재생성의 과정을 간단한 도표로 나타내었다.

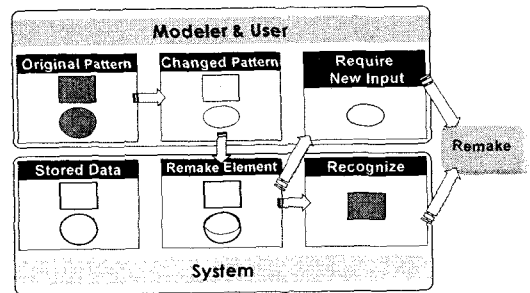


Fig. 8 Regeneration process

재생성 과정의 한 요소 내에서 이루어지는 내용은 다음과 같다.

- 변경전의 제품에서 종류, 치수, 위치, 형상 정보 등이 저장된다.
- 제품에 대변화가 있을 경우, 한 요소 내에서는 저장된 데이터와 변경된 제품을 형상 일치 비교(geometry match) 방법으로 비교한다.
- 비교 결과, 변경된 부분에 대한 새로운 데이터를 사용자에게 입력 받는다.

- 변경이 없는 부분은 시스템에서 변경전의 제품에서의 역할에 맞게 재인식한다.
- 재인식된 정보와 새롭게 입력된 정보를 토대로 재생성 한다.

재생성에 사용하기 위하여, 설계 과정 모델링을 통해 시스템에 저장되는 정보를 개략적으로 나열하면 다음과 같다.

- 분할선, 분할면
- 슬라이드 형상부와 삽입 코어에 사용된 스케치
- 삽입 코어: 다리 여부와 치수 정보
- 슬라이드 구동부: 연관된 슬라이드 형상부와 치수 정보
- 경사밀핀(slide bar): 기준 치수를 얻어오는 역구배면과 치수 정보
- 냉각회로, 밀핀, 게이트, 코어핀: 위치 정보와 치수 정보

현재, 설계 과정 모델링을 위한 각 단계에서의 구체적인 저장 정보와 재생성 알고리즘을 도출하고 이를 구현중에 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 3차원 금형 설계를 위한 전용 CAD 시스템을 Unigraphics의 API인 UG/Open을 사용하여 개발한 예를 소개하였다. 현재 이 시스템은 아직 개발중에 있으며 구현되지 않은 기능들은 계속 추가될 예정이다. 일단 이러한 금형 설계 전용 CAD 시스템이 완성된다면 국내 설계 및 제조 환경에 적합한 설계 도구를 값싸게 제공할 수 있기때문에 금형 납기의 단축과 품질 향상을 통한 국내업체의 경쟁력 제고에 크게 기여할 수 있으리라 생각된다. 나아가 본 시스템에서 완성된 금형 데이터가 CAE, CAM 시스템과 직접 연계되는 통합 시스템을 구축하는데도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 통상산업부와 과학기술처에서 시행한 선도기술개발사업의 기술개발 결과이다.

참고 문헌

1. Bernhardt, E.C., 1983, CAE for Injection Molding , Hanser Publisher, New York.
2. Electronic Data Systems Corporation, 2000, Unigraphics Division, UG/OPEN API Reference Version 16.0.
3. Fujitsu Ltd, 1997, MOLDWARE CAD user manual.
4. Lee, S.H. and Lee, K., 1988, "An Integrated CAD System for Mold Design in Injection Molding Process", Production Engineering Division, The Winter Annual Meeting of the ASME, Chicago, PED-Vol.32, pp.257-271.
5. Shin, K.H. and Lee,K., 1992, "Design of Side Cores of Injection Mold from Automatic Detection of Interference Faces", Concurrent Engineering, The Winter Annual Meeting of the ASME, Anaheim, CA, November 8-13, PED-Vol. 59, pp.27 - 41.
6. 유병렬, 1996, "사출금형설계입문", 성안당.
7. 이진우 외, 1999, "상용 Solid Modeller 기반 사출금형설계 CAD system의 개발", 99 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp.199-203.
8. 이상현, 이진우, 고천진, 1988, "플라스틱 사출 금형 설계를 위한 CAD 시스템의 개발", 대한 기계 학회 논문집, 제12권, 제6호, pp.1227 - 1237.
9. 이상현, 이진우, 1996, "사출 성형 제품의 설계 및 해석의 통합 환경을 제공하기 위한 특징 형상 기반 비다양체 모델링 시스템의 개발", 한국CAD/CAM 학회 논문집, 제1권 2호, pp.133 - 149.
10. 이철수, 박광렬, 김용훈, 2000, "면-모서리 그래프를 이용한 파팅 라인 및 파팅 서피스와 코어 캐비티 형상의 추출", 산업공학 (IE-Interface), 13(4), pp. 591-598.