

사출 금형에서의 솔리드 모델러 기반 런너 및 게이트 설계 시스템 개발

이상헌(국민대학교 자동차공학전문대학원), 김창준(국민대학교 자동차공학전문대학원),
조병철*(국민대학교 자동차공학전문대학원), 이강수(국민대학교 자동차공학전문대학원),
양진석(생산기술연구원), 허영무(생산기술연구원)

Development of a Runner and Gate Design System for Injection Mold Design based on Unigraphics

S.H.Lee(Kookmin University), C.J.Kim(Kookmin University), B.C.Cho*(Kookmin University),
K.S.Lee(Kookmin University), J.S.Yang(Korea Institute of Industrial Technology),
Y.M.Huh(Korea Institute of Industrial Technology)

ABSTRACT

This paper describes the runner and gate design capabilities of the RAMEDS system, which is a specialized CAD system for injection mold design, developed using the application procedure interface of the Unigraphics system. In this system, runners lying on sculptured parting surface can be modeled by projecting the runner trajectory on the surface and sweeping a selected cross section along the projected trajectory. In addition, the system provides solid modeling capabilities for three types of gates currently.

Key Words : Injection mold (사출금형), Runner (런너), Gate (게이트), 3D design (3 차원설계), Unigraphics (유니그래픽스)

1. 서론

사출 성형 공정은 분말 또는 알갱이 상태의 고분자 재료에 열을 가해 용융시킨 후 압력을 가하여 금형 내부의 캐비티(cavity)를 충전한 후 냉각시킴으로써 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. 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 성형 과정의

시뮬레이션을 위한 해석 프로그램의 개발 및 적용, 전문가 시스템의 도입, 설계 자동화 프로그램의 개발, 나아가 제품의 설계에서의 금형 설계, 금형 제작에 이르는 전 공정을 지원하는 통합 시스템의 개발을 위한 노력이 경주되고 있다.

한편, 최근 국내외 제조업체에서 제품 설계를 위하여 3차원 CAD 시스템을 도입, 적용하는 사례가 증가함에 따라 금형 설계도 이에 부응하여 2차원에서 3차원 CAD 시스템으로 전환하는 파도기에 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. 대부분의 이들 시스템은 외국에서 개발되었으며[1, 2], 이 경우 국내업체의 설계 방법과 부품의 표준화 형식이 외국과 상이함에 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[3, 4, 5, 6, 7], 일부 국내 CAD/CAM 업체에서도 PC 기반 CAD 시스템을 바탕으로 한 상용 프로그램을 개발하여 시판하고 있다.[8]

본 논문에서는 Unigraphics의 UG/Open[9]를 이용한 사출 금형 설계 전용 시스템인 RAMDES에서 런너와 게이트를 설계하기 위한 기능의 구현에 대하여 소개하고자 한다.

2. 런너(Runner)

2.1 개요

런너의 기본적인 단면 형상은 원형, 반원형, 4각형, 6각형, 사다리꼴형, 평판형이 있다. 본 런너 모듈에서는 일반적으로 가장 많이 쓰이는 Fig. 1의 원형, 반원형, 사다리꼴형을 사용할 수 있게 되어있다.

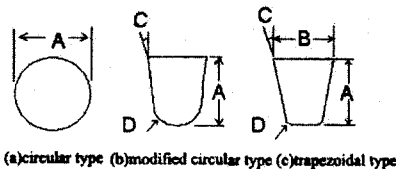


Fig. 1 Cross section of runners.

본 런너 설계 모듈의 전체적인 구성은 런너의 경로로 쓰일 안내선(guide line) 생성과 런너를 파팅면(parting surface)에 위치할 수 있도록 해주는 투영(projection)기능, 런너의 위치를 코어(core)나 캐비티(cavity) 쪽에 선택적으로 위치시킬 수 있게 해주는 step1과 런너의 단면으로 쓰일 파일을 삽입하여 최종적으로 런너를 생성시키는 step2로 구성 되어있다.

2.2 User Interface

Fig. 2의 (a)는 가이드라인을 생성하고 그것을 파팅면에 투영해서 런너의 위치를 코어나 캐비티쪽 중 한곳으로 선택하는 기능을 가지고 있으며 (b)는

(a)에서 입력받은 정보를 바탕으로 런너의 단면으로 쓰일 파일을 삽입하여 런너를 생성하는 과정으로 나누어져 있다.

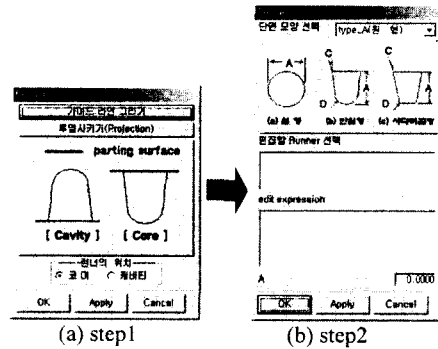


Fig. 2 User interface of the runner design module.

런너를 생성한 후에는 삽입한 런너의 치수를 편집하면서 런너를 최종적으로 생성시키는 과정으로 되어있다.

2.3 런너의 생성 과정 및 내부 알고리즘

본 런너 모듈을 실행시키면 Fig. 3과 같이 어셈블리 구조가 생성된다. 이것은 전체 사출금형 구조에서 Runner System(Runner & Gate)을 별도의 어셈블리로 관리하여 게이트(Gate) 모듈과 연동으로 관리하여 사용자에게 보다 용이하게 관리할 수 있도록 해줄 것으로 예상된다.

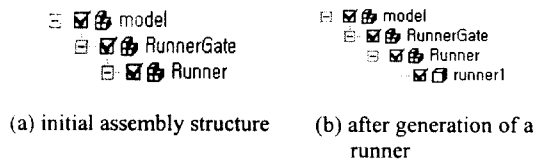


Fig. 3 Assembly structure

런너의 단면을 삽입하면 어셈블리 구조는 "Runner"란 서브 어셈블리 아래 최하위의 어셈블리 구조로 삽입시키는 런너가 추가되게 되면 이것은 Fig. 3 (b)와 같다. 이후 런너를 계속 추가하게 되면 "runner1, runner2, runner3,..."의 형식으로 추가되게 된다.

또한 본 모듈은 런너의 단면으로 사용될 파일을 삽입하는 방법으로 이루어져 있으며, 이것은 사용자가 원하는 형상을 적용하는데 보다 용이해줄 것이다. 런너의 치수를 제어하는 방법은 "input_"이라는 특정 형식의 이름을 갖는 expression value를 필터링하여 UI에 표시되어 사용자는 복잡한 치수 변경없이 3~4 개의 치수만으로 런너의 단면형상을 제어할 수 있게 구성하였다.

최종적으로 런너가 생성되는 과정은 투영시킨 커브의 리스트를 조인(join)시켜 하나의 커브로 재 생성하여 런너의 가이드 라인으로 쓰이며 이 가이드라인의 양 끝점 중 한곳으로 런너의 단면 파일이 삽입된다. 이 삽입되는 단면파일의 각각의 커브들은 특정한 이름을 갖고 있어 프로그램 내부에서 그 이름을 검색하여 그것을 런너의 단면파일로 최종적으로 인식하게 된다. 따라서 프로그램 내부에서는 조인시킨 커브와 인식한 단면 커브들을 바탕으로 스위핑(sweeping)함으로써 런너를 완성하게 된다. 또한 런너의 양끝면도 동글게 처리해 주기 위해서 리볼브(revolve)시킨 솔리드 파일을 삽입하는 방법을 취하였다.

전체적인 런너의 생성과정은 다음과 같다.

(Step1)

- guide line 생성(Unigraphics 의 WCS 의 Z 축방향은 몰드의 상하방향(sprue 방향)이다.)
- guide line 투영(projection)
- 런너가 위치할 곳 선택(core or cavity)

(Step2)

- 런너의 단면 선택
- 런너의 생성
- 런너의 치수 편집

Step1과 2를 반복적으로 수행하면 사용자는 원하는 모양의 런너를 Fig. 4와 같이 생성할 수 있을 것이다.

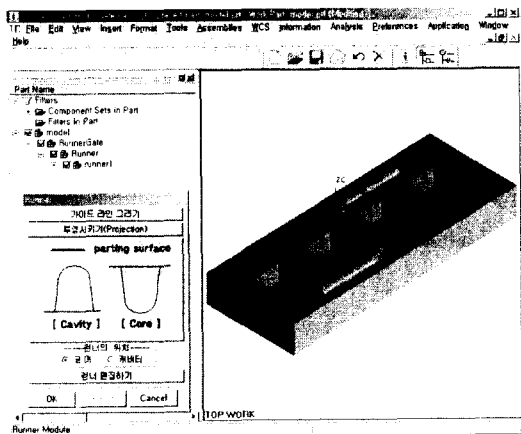


Fig. 4 Example of a runner design result.

3. 게이트(Gate)

3.1 개요

게이트는 런너와 캐비티를 연결해 주는 통로로서 수지가 캐비티 부를 충전시키는데 중요한 역할을 한다. 게이트를 정의하는데 필요한 요소로는 게이트의 종류, 게이트의 위치, 그리고 게이트의 크기이다. 게이트의 종류에는 스프루 게이트, 예지 게이트, 오버랩 게이트, 디스크 게이트, 링 게이트, 팬 게이트, 펄름 게이트, 핀포인트 게이트,

서브머린 게이트, 사이드 게이트 등이 있다. 여기서 현재 다이렉트 게이트와 핀 포인트 게이트, 사이드 게이트만이 완성되었다. 이외 나머지 게이트들은 곧 추가될 예정이다.

3.2 User Interface

현재 개발된 게이트는 전체적으로 다음과 같은 방식으로 되어있다. 메인 메뉴에서 Gate Design을 선택한다. Fig. 5의 메뉴에서 게이트를 생성(Create Gate)하고 생성된 게이트를 하나씩 선택을 통해서 게이트를 삭제>Delete Gate)할 수 있다.

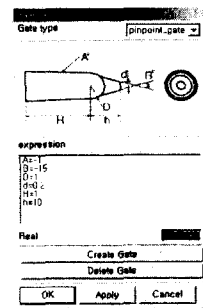


Fig. 5 User interface of the gate design module

생성된 게이트는 일단 솔리드 바디로 존재하기 때문에 삭제 등의 수정이 가능하다. 게이트의 위치가 확정되면 Subtract메뉴를 통해 코어/캐비티에서 불리언을 해냄으로 게이트 설계를 마친다.

위의 Fig. 5의 UI는 첫째로 type에서 게이트의 종류를 선택 할 수 있게 하였다. 현재 개발된 종류로는 다이렉트 게이트와 핀포인트 게이트, 사이드 게이트이다. 일단 가장 많이 쓰이는 것들로 구성하였다. 둘째로 bitmap은 type에서 게이트의 종류를 선택 시 각 게이트의 치수 정보가 표시되어 있는 그림으로 바뀌게 되어 사용자의 혼동을 방지할 수 있다. 셋째로 expression은 bitmap에 표시된 치수를 나타내 주고 수정이 가능하도록 하였다. 넷째로 Create Gate를 선택하면 위치와 방향을 입력하는 창이 나타나고 입력을 완료하면 gate가 생성된다.

2.3 게이트의 생성과정 및 알고리즘

기본 생성 과정과 입력 방법은 3가지 게이트가 모두 같도록 하였다.

진행 과정은 Fig. 6과같이 먼저 입력해야 할 각각의 변수들을 입력하고 난 후에 Create Gate 버튼을 누르면 게이트의 위치를 결정하기 위해 Point constructor UI가 나타나게 된다. 위치를 결정하면 다음으로 방향을 결정하기 위한 Vector constructor가 나타나고 방향을 결정하게 되면 게이트가 생성된다.

이 과정은 direct를 제외한 나머지 두 가지, 즉 pin point gate와 side gate에 해당한다.

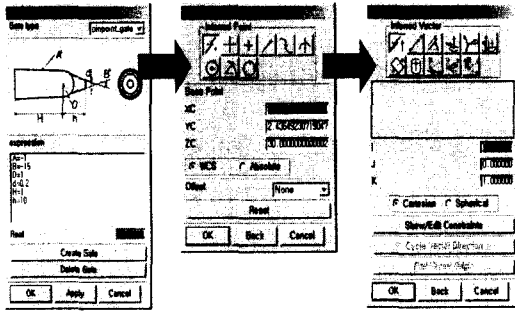
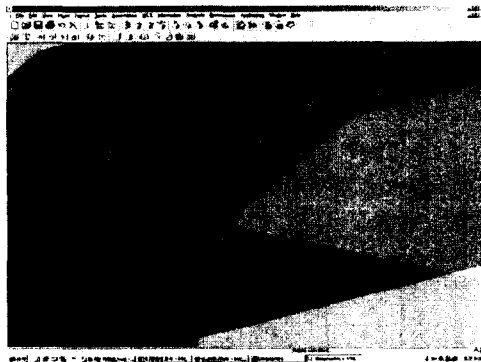
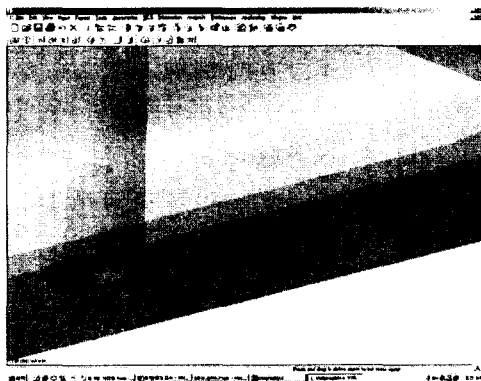


Fig 6. Process of gate generation

Direct gate의 경우는 생성될 방향이 필요하지 않으므로 vector constructor를 사용할 필요가 없다. 여기서 방향이라 함은 게이트가 제품에 닿게 되는 점을 기준으로 하는 방향을 의미한다. 예를 들어 아래의 Fig. 7 (a)에서 핀 포인트 게이트가 z축 방향으로 있으므로 방향은 +ZC 방향이 된다. 아래 Fig. 7(a) 와 (b)는 게이트가 생성된 모습이다.



(a) Pinpoint gate



(b) Side gate

Fig. 7 Creating gates

4. 결론

본 연구에서는 Unigraphics 의 API 인 UG/Open 을 사용하여 개발한 3 차원 금형 설계 위한 전용 CAD 시스템의 여러가지 설계 기능들 가운데 런너와 게이트 설계 모듈에 대한 소개를 하였다. 그 밖의 다른 설계 기능들로 현재 대부분 개발 되었으며 현장 적용 및 수정보완을 앞두고 있다. 이러한 금형 설계 전용 CAD 시스템의 개발은 국내 설계 및 제조 환경에 적합한 설계 도구를 값싸게 제공할 수 있도록 해주기 때문에 금형 납기의 단축과 품질 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 통상 산업부와 과학기술처에서 시행한 선도기술개발사업의 기술개발 결과이다.

참고문헌

1. Fujitsu Ltd, MOLDWARE CAD user manual, 1997.
2. IMOLD, "http://www.eng.nus.edu.sg/imold", 1998.
3. Lee, S.H. and Lee, K., "An Intergrated CAD System for Mold Design in Injection Molding Process", Production Engineering Division, The Winter Annual Meeting of the ASME, Chicago, PED-Vol. 32, pp257-271, 1988.
4. 이상헌, 이건우, 고철진, "플라스틱 사출 금형 설계를 위한 CAD 시스템의 개발", 대한기계학회 논문집, 제 12 권, 제 6 호, pp.1227-1237, 1988.
5. 이건우 외, "상용 Solid Modeller 기반 사출금형설계 CAD System 의 개발", 99 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, pp.199-203, 1999.
6. 이철수, 박광렬, 김용훈, "면-모서리 그래프를 이용한 파팅 라인 및 파팅 서피스와 코어 캐비티 형상의 추출", 산업공학(IE-Interface), 13(4), pp.591-598, 2000.
7. 이상헌 외, "Unigraphics기반 사출금형 설계전용 CAD 시스템의 개발", 대한기계학회 춘계 학술대회 논문집 C, pp. 257-262, 2001.
8. K-MOLD, "http://www.kcs21.co.kr", 1999.
9. Electronic Data System Corporation, Unigraphics Division, UG/OPEN API Reference Version 16.0, 2000.