

의사 솔리드 모델의 캐비티 및 코어판 생성

장진우(국민대 자동차공학전문대학원), 이상헌(국민대 자동차공학전문대학원),
임성락*(국민대 자동차공학전문대학원)

Generation of Cavity and Core Plates of an Injection Mold for a Pseudo-Solid Part Model

J. W. Jang(Kookmin University), S. H. Lee(Kookmin University),
S. L. Lim(Kookmin University)

ABSTRACT

This paper describes a split operation for generation of core and cavity plates of an injection mold for a pseudo-solid model of a plastic part. Here, a pseudo-solid model means a sheet model that looks like a solid model, but whose boundary is not closed. When a solid model created in a different CAD system is imported through standard data exchange format, a pseudo-solid model is created in most cases as tolerance or some other problems make sewing operation failed. As most existing mold design system based on solid modeling kernels require a complete part solid model, mold designers have to do time-consuming healing operations to convert a pseudo-solid to solid. The essential capability of mold design system is the split operation for generation of core and cavity plates. Thus, we developed a split operation for pseudo-solid part model to eliminate or reduce healing preprocessing for mold design.

Key Words : CAD(캐드), Injection mold design(사출 금형 설계), Solid modeling(솔리드 모델링)

1. 서론

현재 각 금형 발주업체에서 사용하는 CAD 시스템은 종류가 다양하기 때문에 제품 모델이 들어오면 금형 업체에서는 자신이 사용하는 시스템에 맞게 파일 변환을 시켜줘야 한다. 그러나 제품 모델을 변환하면 원래 솔리드 모델이었던 형상 데이터가 깨져버리게 된다. 즉, 모델상의 면간의 인접한 모서리들이 서로 만나지 않아서 틈(gap)이 생기는 경우, 또는 면이 찢어지는 경우가 종종 발생한다. 그러나 현재 사용되고 있는 주요 사출 금형 설계 전용 CAD 시스템^[1,2,3,4]들은 대부분 솔리드 기반 시스템으로서 외부로부터 읽어 들인 모델이 솔리드 모델이 아닌 경우 불리안 작업과 같은 솔리드 모델링 작업을 적용할 수 없게 된다. 따라서 읽어 들인 모델에 대하여 약간의 수정만을 가하여 이용하고자 하는 경우조차도 본 작업에 들어가기 전에 시간이 많이 소요되는 모델 수정 작업을 수행해야만 하는 문제점이 있다.

금형 설계 전용 시스템에서 제공하는 다양한 기능^[5,6,7,8] 가운데 가장 중요하면서도 많이 사용하는 것은 캐비티 판과 코어판의 생성 기능이다. 이 생성 기능은 소위 분할 작업(split operation)이라고 통칭되며, 이는 블록에서 파트 모델을 뺀 솔리드를 분할선(parting line)을 따라 분할면(parting surface)을 생성하여 둘로 나누는 작업을 하기 때문이다.

이에 본 연구에서는 플라스틱 사출 제품이 의사 솔리드 모델인 경우 금형의 코어 및 캐비티 판 생성을 가능하게 해주는 분할 작업을 개발하였다. 여기서 의사 솔리드 모델이란 겉보기에는 솔리드 모델로 보이나 실제로는 봉합 작업이 성공리에 수행되지 못하여 열려있는 박판 모델로 존재하는 모델로서 CAD 시스템간 데이터 교환 시 흔히 발생한다. 기존의 솔리드 기반 3차원 금형 설계 시스템은 대상 물체가 완전한 솔리드인 경우에만 분할 작업이 가능한 제약 조건을 가지고 있어, 시간이 많이 걸리는 모델 교정 작업을 금형 설계에 앞서 수행해야만 했다. 본 기능

을 사용함으로써 이러한 교정 작업을 최소화 할 수 있고 이로 인하여 금형 납기 기간 단축에 기여할 것으로 기대된다. 그러면 분할 기능에 대해서 보다 상세히 설명하도록 하겠다.

2. 의사 솔리드 모델의 분할

의사 솔리드 모델의 분할 과정은 다음과 같이 크게 여섯 가지 단계로 진행된다. 이에 대한 보다 상세한 설명을 각 소단원에서 하도록 하겠다.

- (Step 1) 의사 솔리드 모델의 위상 요소 정보 추출.
- (Step 2) 분할면의 생성 및 등록.
- (Step 3) 분할선의 추출.
- (Step 4) 분할선을 기준으로 패턴면의 그룹화 작업
- (Step 5) 그룹화 된 면들은 추출(extract)하여 분할면과 봉합(sewing) 작업
- (Step 6) 봉합된 박판 모델로 코어와 캐비티판 생성.

2.1 면 인접 그래프의 생성

솔리드 모델에서 두 개의 면은 반드시 하나의 모서리를 공유하나 의사 솔리드 모델은 이것이 지켜지지 않는다. 원래 솔리드 모델에서 하나의 모서리였던 것이 다른 시스템에서 임의지면서 두개의 모서리로 분리되는 경우가 흔히 발생한다. 만일 이 분리된 두개의 모서리를 찾아내어 하나의 모서리인 것처럼 처리한다면 의사 솔리드 모델에 대한 분할 작업을 수행할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 기하학적으로 서로 일치하는 모서리를 찾아서 이를 테이블에 저장해둔다. 다음, 의사 솔리드 모델에 대한 면 인접 그래프를 생성하는데, 이 그래프에서 각 노드는 면을 각 선은 면과 면이 공유하는 모서리를 나타내는데, 이 선에 앞에서 찾은 한 쌍의 모서리 정보를 저장시킨다. 따라서 이 그래프를 이용하면 의사 솔리드 모델이 마치 솔리드 모델인 것과 같이 작업을 할 수 있게 된다.

2.2 분할면의 생성

분할면의 생성은 제품의 외곽 모서리를 이용해서 생성하는 외부 분할면(external parting surface)과 제품 내부의 구멍(hole)을 막으면서 생성하는 내부 분할면(internal parting surface)의 두 가지로 구분된다. 제품의 형상이 복잡할수록 분할면의 생성이 어려워 지지만 이 시스템에서는 가장 자주 쓰이는 기능들을 설계 작업자로부터 최소의 입력을 받도록 구현했다. 본 연구에서 개발한 분할면 생성기능은 Fig. 1에 나타난 것과 같다. 분할면의 생성은 본 시스템

의 기능을 사용해도 되고, UG의 기능을 이용해도 된다. 다만, 본 시스템의 기능을 사용하면 따로 등록과정이 필요 없고, UG에서 생성한 면을 사용하고자 한다면 이를 분할면으로 등록시키는 과정을 하나 더 거친다.

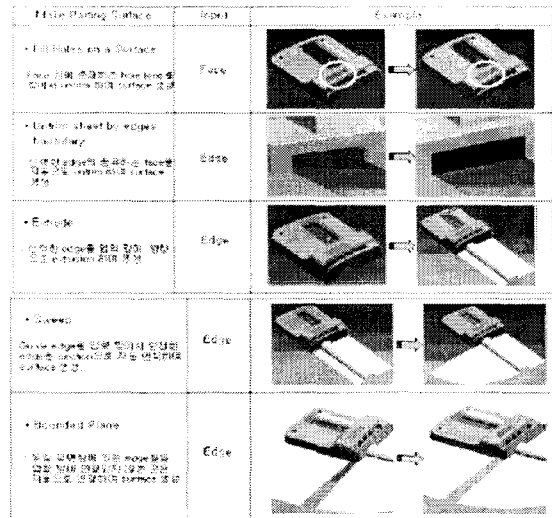


Fig. 1 A menu for generation of parting surfaces

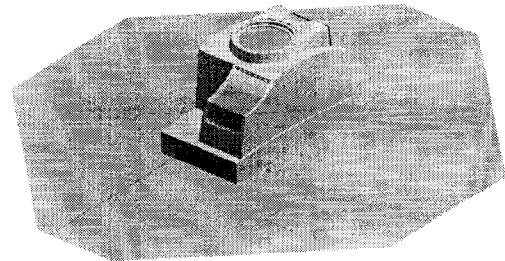


Fig. 2 Example of parting surfaces

2.3 분할선 찾기

본 시스템에서는 앞 절에서 생성하거나 등록된 분할면을 이용하여 분할선(parting line)을 인식하는 기능과 사용자가 지정하여 분할선으로 등록하는 기능을 제공한다. 분할선 등록은 사용자가 대화식으로 작업하여 인식시켜주면 되는 것이고, 분할면에서 자동으로 분할선을 찾아주는 기능은 분할면의 각 모서리와 패턴의 각 모서리의 곡선 경보를 서로 비교하여 일치하는 지를 판별하여 찾아낸다. Fig.3은 Fig.2에 대하여 분할선을 자동으로 찾은 결과를 보여주고 있다.

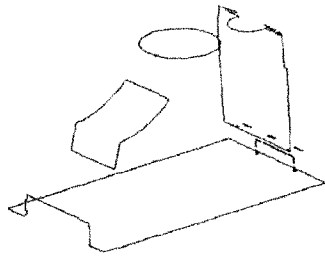


Fig. 3 Searching for parting lines

2.4 면들의 그룹화 작업

분할 작업을 위해서는 의사 솔리드 모델의 면 인접 그래프를 바탕으로 분할선(parting line) 기준으로 면들의 그룹화 작업(grouping)이 먼저 필요하다. 임의의 면(seed face)을 시작으로 면 인접 그래프에서 인접한 면들을 순차적으로 검색하면서 경계 모서리 또는 그 모서리와 짝을 이루는 모서리가 경계 조건의 모서리인지 판단하여 경계 조건이 맞으면 더 이상 인접하는 면으로 넘어가지 않는다. 여기서 그룹화 된 면들에 대한 정보는 따로 저장한다. Fig. 4는 제품상의 상, 하측 면들을 그룹화하고 추출한 결과이다.

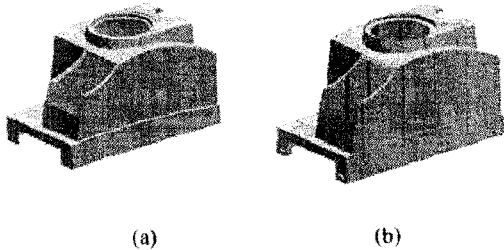


Fig. 4 Grouping faces bounded by parting lines:
(a) core side, (b) cavity side.

2.5 Sewing 작업

2.4절에서 그룹화 된 면들을 추출한 면들과 분할 면들에 대하여 sewing 작업을 한다. Fig. 5는 봉합 작업의 결과이다.



Fig. 5 Sewing parting surfaces and grouped faces:
(a) lower patch (parting surface + lower region),
(b) upper patch (parting surface + upper region)

2.6 분할면을 이용한 코어 및 캐비티 블록의 생성

제품 모델이 하나의 솔리드라면 분할면으로 트림(trim) 작업을 해서 솔리드 타입의 코어, 캐비티를 생성할 수 있지만 두개 이상의 박판 모델로 이루어진 의사 솔리드 모델은 결합 있는 부분 때문에 트림 작업을 수행할 수 없다. 그래서 의사 솔리드 모델을 이용해서 생성한 코어, 캐비티는 제품의 결합을 포함하고 있기 때문에 박판 모델로 존재하게 된다.

의사 솔리드 모델의 코어 및 캐비티 블록의 생성은 다음과 같이 세 가지 단계로 진행된다.

- (Step 1) 4개의 기준 평면 생성
- (Step 2) 분할면의 트림 작업
- (Step 3) 코어 및 캐비티 블록의 생성

Fig. 6에서 보는 바와 같이 앞서 생성한 코어블록의 크기를 참조하여 +X, -X, +Y, -Y 방향으로 네 개의 기준 평면(datum plane)을 생성한다. 생성한 기준 평면으로 분할면을 트림한다. 트림 작업은 기준 평면을 기준으로 분할면의 바깥쪽 영역을 없앤다. 기준 평면(datum plane)에 의해 트림된 분할면의 네 개

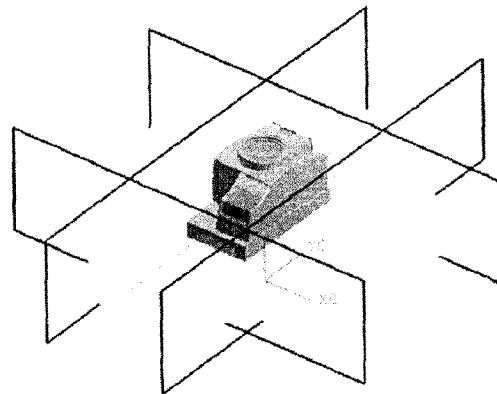


Fig. 6 Generation of four datum planes by the core block size

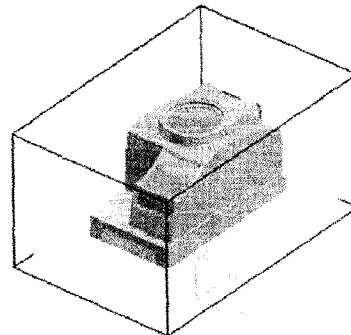


Fig. 7 Generation of sketch lines

의 꼭지점(vertex)과 코어 및 캐비티 블록의 꼭지점을 연결하여 코어 및 캐비티에 각각 8개의 직선(line)을 생성한다. 분할면의 꼭지점을 탐색하는 방법은 분할면의 모든 모서리(edge)들의 끝점이 각각 해당하는 기준 평면상에 존재하는지를 판단하여 최대 및 최소 좌표를 얻을 수 있다. Fig. 7은 꼭지점을 연결하여 직선을 생성한 결과이다.

코어 및 캐비티 블록의 뼈대가 되는 직선(line)들과 각각의 기준평면 상에 존재하는 분할면의 모서리(edge)를 이용하여 측벽을 Bounded Plane 기능을 사용하여 생성 시킨다. 기준 평면상에 존재하는 분할면의 모서리들은 양 끝점이 기준평면 상에 존재하는지를 판단하여 얻는다. 이 방법은 예외적인 경우, 즉 양 끝점이 기준 평면상에 있더라도 모서리가 평면상에 있지 않는 경우가 있을 수 있으나 효율을 고려하여 이 방법을 사용하였으며 위 예외적인 경우의 처리는 향후 과제로 남겨두었다. 생성된 측벽들과 분할면, 그리고 앞서 그룹화 작업을 통해서 생성한 상, 하 박판 모델들을 모두 가능한 공차 범위 내에서 sewing 작업을 하여 코어 및 캐비티 블록을 생성한다. Fig. 8은 최종 생성된 박판 모델의 코어 및 캐비티 블록을 보여주고 있다.

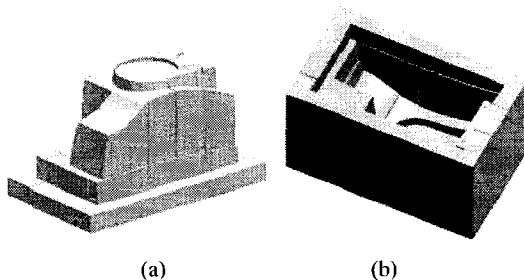


Fig. 8 Generation of core and cavity blocks:
(a) core block, (b) cavity block

4. 결론

본 논문에서는 의사 솔리드 모델에 대한 상/하 파팅 작업을 개발하였다. 본 시스템을 금형 설계에 적용시킨다면 결함 있는 제품 데이터의 수정을 최소화 할 수 있고 이로 인하여 금형 납기 기간 단축에 크게 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Electronic Data Systems Corporation, Unigraphics Division, UG/OPEN API Reference Version 16.0, 2000
2. Fujitsu Ltd, MOLDWARE CAD user manual, 1997.
3. IMOLD, <http://www.eng.nus.edu.sg/imold/>, 2002.

4. K-MOLD, "<http://www.kcs21.co.kr>", 2000.
5. Lee, S. H. and Lee, K. , "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, 1988
6. 이건우 외, "상용 Solid Modeller 기반 사출금형 설계 CAD system의 개발", 99 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp. 199-203, 1999.
7. 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.
8. 이상현, 장진우, 임성락, 김석렬, 우윤환, 이강수, 허영무, 양진석, 김성일, "솔리드 모델링 기반 금형 설계 전용 그래픽 시스템의 개발", 제9회 첨단생산시스템 Workshop, pp. 118-131, 2002. 9