

사출성형 해석 결과 데이터의 효율적 공유를 위한 경량데이터 개발

박지훈*, 박병건*, 김재정**

Development of Lightweight Molding CAE Data for Efficient Exchange

Ji-Hun Park*, Byoung-Keon Park* and Jay-Jung Kim**

ABSTRACT

In injection molding industries, CAE analyses are generally used to find out problems predicted during the process of manufacturing. The results of CAE analyses consist of much information such as meshes and stress, so that the size of data is pretty large. To reduce the size of the data and to make it easy to share, the CAE result to JT translator is proposed in this paper. The translator consists of three modules to translate CAE result to JT format: Extracting module gets ASCII data of product shape and the result values of CAE analysis. Sorting module and mapping module make an element data set and JT file with the data extracted from Extracting module respectively. To the JT files, engineers are able to append product properties and their comments, so that they can share the whole history of the analysis process. In addition, our case study shows that the size of JT format is reduced by almost 90% of its original data format.

Key words : CAE analysis, Collaboration, Data Exchanging, Injection Molding, Lightweight Data

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

플라스틱 사출성형은 플라스틱 수지에 열을 가하여 액체 상태로 만들어 금형에 밀어 넣고 냉각해 제품을 생산해 내는 것으로, 플라스틱 제품 생산 공정의 대표적인 기법 중 한 가지이다. 일반적으로 사출 성형은 사출, 보압, 냉각, 취출의 네 가지 공정으로 구분되는데, 설계자는 각각의 공정에 따른 올바른 공정 조건을 설정하여야 하며 잘못된 공정조건의 설정은 미성형, 잔류응력으로 인한 파손, 변형, 기포 발생 등 주요 결함의 원인이 된다. 따라서 설계자는 이러한 문제점을 사전에 예측하고 대응하기 위하여 상용 CAE 소프트웨어를 이용해 공정조건을 적용하여 유한요소 해석을 실시한다. 생산하고자 하는 제품의 개발부터 금형 제작까지의 과정은 도메인마다 다소 차이가 있으나 일반적으로 제품의 구조구상 심의회를 거쳐 금형 심의

도를 작성하게 되고 이를 수정하여 확정도를 작성하여 금형을 제작한다. 이 과정에서 각 부서간에 제품의 CAD 데이터를 비롯하여 CAE 해석 결과 데이터, 2D 도면 등 다양한 형태의 데이터가 공유된다. 사출 제품을 생산하기 위한 사출 금형의 설계에서 생산까지의 과정은 분야의 성격상 지역적으로 분리된 여러 업체와 부서의 협력을 필요로 하게 된다^[1]. 따라서 최근 들어, 협업 시스템을 구축하고자 하는 노력이 사출 업계에서 계속되고 있다. STEP, IGES, STL 등 다양한 중립포맷을 이용한 공유가 가능한 CAD 시스템과는 달리, 사출 해석 데이터를 온전히 가시화할 수 있도록 한 공용 포맷의 개발은 미진한 상태이다.

사출성형 제품에 대한 CAE 해석 결과 데이터는 크게 유동, 냉각, 변형의 세 가지 형태로 나뉘며 각 형태에 따른 세부적인 해석 결과의 종류는 수십 개에 이른다. 또한 이러한 결과들은 프로젝트 단위의 파일로 묶여 다닐 수 밖에 없어 각 부서에서 원하는 해석 결과만을 공유하기 힘들다. 또한 해석에 필요한 계산식과 공정 조건 설정 데이터 등 많은 정보를 포함하고 있기 때문에 그 용량 또한 방대하여 부서 간 공유가 용이하지 않아 CAE 해석 결과 파일 자체가 아닌, 서면 보고서를 통한 결과 정보 공유 정도에 그치고 있는

*학생회원, 한양대학교 기계공학과

**교신저자, 종신회원, 한양대학교 기계공학부

- 논문투고일: 2011. 04. 15

- 논문수정일: 2011. 07. 08

- 심사완료일: 2011. 07. 11

실정이다. 더욱이 사출 성형 제품의 특성 상 시간의 흐름에 따른 각 해석 결과가 큰 의미를 가지며 시간 단계가 보통 30 단계 이상인 것을 생각하면 정적인 상태만을 전달할 수 있는 매체를 통한 정보 공유는 한계가 있다.

본 연구의 목적은 앞서 연구된 해석 데이터 공유 시스템¹⁸⁾에서 사용된 사출성형을 위한 경량화된 데이터 및 변환기를 개발하는 것이다. 이를 위해 형상 정보, 해석 결과 정보를 추출해서 중립 데이터인 JT의 계층 구조를 이용해 원하는 종류의 결과만을 가시화할 수 있도록 한다. 해석을 위한 CAE 시스템은 사출 성형 산업에서 가장 많이 사용되는 Moldflow Plastic Insight(이하 Moldflow)를 사용하였다.

1.2 관련연구

앞서 언급한 바와 같이 CAD 분야에서는 데이터를 손쉽게 교환하기 위한 공용 포맷에 관한 연구 및 CAD 시스템과 CAE 시스템을 통합하기 위한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 최영미¹⁹⁾ 등은 STEP AP209를 이용해 STEP 공통자원과 응용자원을 결합한 유한요소 해석 통합 정보 모델을 구성하고 이를 이용해 유한요소 해석 시스템을 개발하였다. STEP은 제품의 수명 주기 동안의 발생 정보를 효율적이고 체계화된 방법으로 표준화시키기 위한 기술로서 1983년부터 ISO(International Standards Organization)에 의해 만들어진 중립 포맷이다²⁰⁾. 그러나 STEP AP209는 데이터의 양이 방대하고 구조가 복잡하여 활용하기가 쉽지 않다. Lee²¹⁾는 CAD 시스템을 위한 모델 데이터와 사출 해석을 위한 CAE 용 모델 데이터를 하나로 통합하여 CAD/CAE Integration을 꾀하였다. 그러나 이는 협업 환경 하에서 CAE 결과에 대한 가시화 및 데이터의 공유가 목적이 아닌 CAD 시스템과 CAE 시스템의 통합에 관한 연구이므로 해석 결과의 가시화 및 공유와는 거리가 멀다. 김현구²²⁾는 Moldflow의 해석 결과 데이터를, OpenGL을 이용하여 협업 환경에서 웹을 통해 공유하고자 하였다. 그러나 유동, 냉각 해석 결과 데이터의 가시화 이루어지지 않았으며 냉각 채널 및 러너시스템의 구현이 미흡하였다. 본 논문에서는 상용 CAE 시스템인 Moldflow로부터 얻을 수 있는 형상 정보인 중립면 메시, 복합 메시, Tetra 메시 정보와 냉각 채널 및 러너 시스템(러너시스템)을 형성하는 Beam 메시, 그에 따른 80여 종류의 해석 결과 정보를 이용하여 중립 포맷인 JT로 각각의 플롯을 원본 프로젝트 파일과 동일한 형태로 계층화하여 변환하고자 한다.

2. 사출 해석 결과 데이터

2.1 제품 형상 데이터

일반적인 사출 해석에 있어 공정조건 설정에 대한 뚜렷한 지침이 없기 때문에 대부분의 설계자들은 스스로의 경험에 의존하거나 기존 제품의 공정조건 중 몇몇을 표본 만들어 그 표본 그대로 따라서 공정조건을 설정하며, 만족할 만한 해석 결과를 얻기 위해 공정조건을 수정해 가면서 여러 번 재해석을 실시한다. 예를 들어 보압을 높게 설정할 경우, 제품에 과도한 잔류응력이 남아 쉽게 파손되는 문제점이 생길 수 있다. 이 때, 잔류응력만을 고려하여 보압을 크게 낮추어 재해석 할 경우, 잔류응력은 해결이 될지 모르나 Sink mark, Glass fiber streak과 같은 결함이 나타날 수도 있다. 그렇기 때문에 설계자는 보압을 조금씩 낮춰가며 재해석을 실시하게 된다. 이러한 과정이 Fig. 1에 나타나 있다. 해석을 수행하기 위해 설계자는 CAD 모델을 CAE 시스템으로 가져와 메쉬를 생성하게 된다. 본 논문에서 사용한 CAE 시스템인 Moldflow의 경우, Fig. 2와 같이 세 가지 형태의 메시 타입을 지원한다. 중립면은 3D CAD 모델의 중립면을 곡면 모델 형태로 Moldflow 내로 불러들여 메쉬를 생성한 것이다. 중립면 타입은 중립면을 얻는 과정이 어렵다는 단점이 있지만, 무게 변경이 용이하다는 장점이 있다.

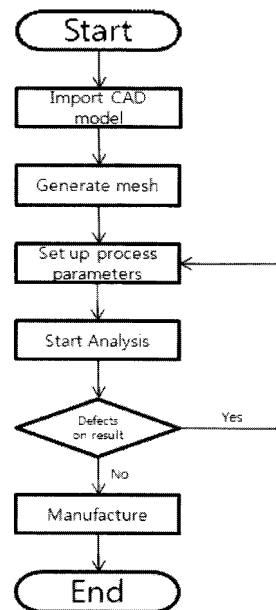


Fig. 1. Procedure of Analysis in Injection Molding.

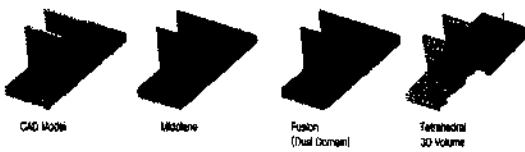


Fig. 2. Types of mesh for CAD Model from Moldflow.

복합 타입은 3D CAD 모델의 표면에만 메쉬를 생성하는 방법이며 해석 모델 준비과정의 노력이 중립면에 비하여 적다는 장점이 있다. 사면체 타입은 흔히 알고 있는 3D 블록 메쉬며 평판 모델이 아닌 범주의 제품 해석에 사용되며 요소의 수가 가장 많은 형태이기 때문에 해석 시간이 증가한다⁴⁾. 주목할 것은 세 가지의 메쉬 타입 모두가 삼각형으로 이루어져 있다는 점이다. 즉, 메쉬 타입과는 상관없이 STL 형태로 불러 들인 3D CAD 모델은 메쉬 생성 과정을 통해 모든 요소가 세 개의 노드로 연결된 Triangular 요소로 구성된 유한요소로 변환된다. 이러한 제품 형상 데이터는 ASCII 파일 형태로 얻을 수 있으며 그 구성은 Fig. 3과 같다. 각각의 노드는 노드 ID와 함께 X, Y, Z 좌표를 가지며 세 개의 노드 ID가 하나의 요소 ID에 할당된다. 이렇게 할당된 데이터는 제품의 형상을 이룬다. TSET은 TCODE SET을 의미한다. TCODE는 Moldflow 내에서 Solver 매개변수를 나타낸다. 즉, 각각의 요소에 부여된 TSET 내의 TCODE 값에

따라 그 요소가 가진 속성이 달라지게 되어 있다. 앞으로 언급하게 될 냉각 채널 및 러너지시스템 구성에 있어 TCODE SET이 중요하게 작용한다. TCODE Number에 따른 속성은 Moldflow의 Manual을 참조하면 알 수 있다.

2.2 냉각채널 및 러너지시스템 형상 데이터

냉각 채널과 러너지시스템의 형상 데이터 역시 ASCII 파일 형태로 얻을 수 있으며 3D CAD 모델의 형상 정보와 같은 파일 내에 저장되어 있다. 냉각 채널 및 러너지시스템은 여러 개의 실린더를 쌓아 올린 형태로 표현되며 Moldflow 내에서 ID 요소 또는 Beam 메쉬라는 이름으로 구분되어 형상을 나타낸다. 각각의 ID 요소 ID는 한 개의 실린더를 표현할 수 있도록 실린더를 이루는 두 원의 중심점의 좌표를 포함하고 있다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 ID 요소는 삼각 요소와 마찬가지로 각각이 TCODE SET을 가지고 있으며 TCODE SET 내에서 각 TCODE는 요소의 속성을 나타낸다. 예를 들어 요소 s ID가 30번인 ID 요소의 TSET 타입 40430이고 TCODE가 30262라면 이 요소는 러너지시스템을 이루는 ID 요소 중 'Tapered circular shape by end dimension'인 Cold Sprue의 한 부분을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 주목해야 할 것은 이 부분이 Cold Sprue인지 또는 Hot Sprue인지는 러너지시스템의 형상을 JI로 변환하는데 있어 중요하지 않지만, ID 요소의 치수 정보는 ID 요소 내에 위치하지 않고 TCODE로 따로 분류되어 있기 때문에 TCODE로부터 역으로 치수를 추적해야 한다는 점이다. 즉, ID 요소 ID 안에서 두 원의 중심점 좌표와 TSET 타입 및 TCODE를 얻어 실린더의 형태가 일반적인 형태인지, Tapered 형태인지, 반원 형태인지 등을 판단한 후, 치수를 TCODE로부터 얻어와 형상을 구현해야 한다.

```
# Beginning of node data set
# NODE LABEL LABEL_ON(0) FALSE(1) TRUE(1) LAYER COLOR MESH_SIZE K Y Z
NODE(1 0 3 0 1 000000e+000 -1.741894e-001 1.560907e-001 -3.500199e-002)
NODE(2 0 3 0 1 000000e+000 1.855535e-001 6.185727e-002 -6.483686e-002)
NODE(3 0 3 0 1 000000e+000 2.629000e-001 5.493999e-002 -8.350066e-002)
NODE(4 0 3 0 1 000000e+000 -1.685496e-001 1.607712e-001 -5.413928e-002)
NODE(5 0 3 0 1 000000e+000 -1.685380e-001 1.607780e-001 -3.365279e-002)
NODE(6 0 3 0 1 000000e+000 -1.685282e-001 1.607937e-001 -1.32761e-002)
NODE(7 0 3 0 1 000000e+000 1.659677e-001 1.609129e-001 -1.037972e-002)
NODE(8 0 3 0 1 000000e+000 -1.685425e-001 1.607834e-001 -7.456098e-002)
NODE(9 0 3 0 1 000000e+000 -1.909975e-001 5.499991e-002 -7.500695e-003)
NODE(10 0 3 0 1 000000e+000 -2.0411592e-001 5.500009e-002 -6.649226e-007)
NODE(11 0 3 0 1 000000e+000 1.909975e-001 5.499991e-002 -7.500695e-003)
NODE(12 0 3 0 1 000199e+000 2.641592e-001 5.500009e-002 -6.649226e-007)
NODE(13 0 3 0 1 000502e+000 1.422029e-001 1.619717e-001 -3.500199e-002)
NODE(14 0 3 0 1 000916e+000 9.651727e-002 1.636951e-001 -9.533198e-002)

# Beginning of Tri3 element data set
# TRI3 LABEL LABEL_ON(0) FALSE(1) TRUE(1) LAYER COLOR
# DISPLAY GROUP REFERENCE TSET TYPE TSET_LABEL
# NODE1 LABEL NODE2 LABEL NODE3 LABEL:
TRI3(1 0 5 0 0 "" 40891 339 1329 1 2062)
TRI3(2 0 5 0 0 "" 40871 339 608 3 571)
TRI3(3 0 5 0 0 "" 40801 340 5 24 3 6126)
TRI3(4 0 5 0 0 "" 40811 340 5 24 5146 2)
TRI3(5 0 5 0 0 "" 40591 341 26 4 4662)
TRI3(6 0 5 0 0 "" 40801 342 4539 5 4573)
TRI3(7 0 5 0 0 "" 40811 342 4548 5 4539)
TRI3(8 0 5 0 0 "" 40811 343 2817 6 594)
TRI3(9 0 5 0 0 "" 40811 343 4237 6 4617)
TRI3(10 0 5 0 0 "" 40891 343 1543 7 1544)
TRI3(11 0 5 0 0 "" 40801 344 1726 8 4591)
TRI3(12 0 5 0 0 "" 40811 344 1294 8 1726)
```

Fig. 3. ASCII data of meshed 3D CAD model Extracted from Moldflow.

2.3 해석 결과값 데이터

일반적으로 CAE 시스템은 해석 결과를 노드 솔루션(nodal solution) 또는 요소 솔루션의 형태로 사용자에게 가시화한다. 노드 솔루션은 해석 결과 값을 각 노드에 적용하여 노드 간 값 차이를 통해 색을 보강하여 가시화 한다. 요소 솔루션도 같은 원리로 각 요소에 값을 적용하여 가시화한다. 따라서 노드 솔루션보다 요소 솔루션 결과값 데이터의 양이 많다. Moldflow의 해석 결과값 역시 기본적으로 이와 같은 형태를 따른다. Moldflow는 해석 결과가 하나의 프로젝트 파일 안에 약 80여 가지의 플롯으로 저장되며

각 플롯은 크게 Fill, Cool, Warp의 세 가지 형태로 구분된다. 각 플롯은 XML(eXtensible Markup Language) 포맷으로 얻을 수 있으며 각각의 플롯은 Fig. 4와 같이 8가지 데이터 타입으로 나눌 수 있으며 각 단계에 의해 어떠한 데이터 타입인지 결정된다. 최상위 레벨은 결과 값 데이터 set을 나타내며 XML 데이터 파일 자체를 나타낸다. 2nd 레벨은 결과 값의 형태가 노드 솔루션인지, 요소 솔루션인지를 구분한다. 3rd 레벨은 이 데이터가 Time step을 가지고 있는지 여부를 나타낸다. Fill Time이나 Pressure와 같은 플롯은 시간에 따라 각 노드 또는 요소에 할당된 값이 달라지는 반면, Weld Line, Air traps와 같은 플롯은 시간의 경과와 상관없이 항상 고정된 값을 보인다. 마지막 레벨은 결과 값이 스칼라 데이터인지, 벡터 데이터인지를 나타낸다. 스칼라 데이터는 각 노드 또는 요소에 할당되는 결과값이 하나인 경우 즉, Air trap 발생 여부, Weld Line의 발생 여부와 같이 하나의 숫자로 표현되는 경우를 말한다. 벡터 데이터는 주로 Warp로 구분되는 플롯에서 많이 나타나는데, 속도나 변형과 같이 하나의 노드 또는 요소에 X, Y, Z 와 같이 방향성을 갖는 데이터가 할당되는 경우를 말한다. 이와 같이 정의된 형태에 따라 JT로 변환 시, 그 방법이 결정된다.

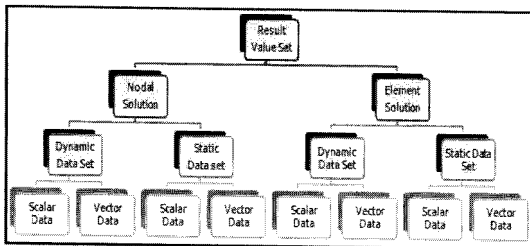


Fig. 4. Types of Result Value Extracted from Moldflow.

3. 번역기 개발

번역기의 구조는 Fig. 5와 같다. Moldflow는 해석 결과 파일에 대해 이진 데이터 형태로의 직접 접근할 수 있도록 하는 API를 제공하지 않으므로 제품 형상 및 냉각 채널, 러너시스템에 대한 ASCII 데이터와 XML 형태의 해석결과 값을 이용해 번역을 진행하게 된다. 번역을 위한 중립 포맷은 JT를 이용한다.

3.1 JT 포맷

JT 포맷은 대용량 3D CAD 모델의 효율적인 가시화를 위해 개발된 것으로, 자동차 CAD 분야에서

DMU 또는 중립 포맷으로 사용되어 왔다. 현재 Siemens社의 관련 아래 JT Open Toolkit이라는 API 형태로 제공되며 여러 도메인에서 활용되고 있는 JT는 효율적 가시화뿐만 아니라 하나의 JT 구조아래에 여러 형상 및 속성 정보를 계층적으로 담을 수 있기 때문에 데이터의 이력 관리에도 굉장히 효율적이다. 본 논문에서는 JT 포맷 내에서 각 노드 및 요소에 매핑되는 색 정보 저장 공간에 해석 결과 값을 매핑하여 가시화한다. JT를 선택한 가장 큰 이유는 해석 데이터의 계층화된 관리가 가능하기 때문이다. 하나의 JT 파일 안에 트리형 구조로 여러 개의 해석 결과를 저장할 수 있다. Fig. 6은 JT 노드 클래스 계층구조를 나타낸다. 각 노드로부터 최종적으로 여러 형태의 기하정보를 표현하며 여기에 속성을 부여해 최종적인 JT 파일을 생성해 낸다.

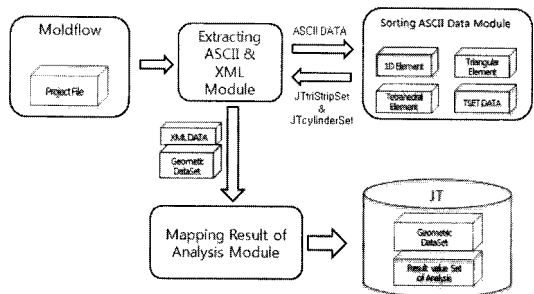


Fig. 5. Structure of JT to MPI Translator.

본 논문에서는 'jtTriStripSet'과 'jtCylinderSet'을 주로 사용하여 형상을 표현하였다.

3.2 해석 결과 번역

해석 결과의 변환은 2장에서 언급한 세 가지 데이터를 이용한다. 우선 요소 ID를 이용해 각 노드 좌표를 할당하기 위한 공간을 만든다. 요소 하나에 들어갈 데이터는 세 노드의 좌표, 해석 결과 값이다. 요소 ID는 삼각 요소, 사면체 요소, 실린더 요소에 상관없이 일괄적으로 부여되며, 상호 중복되는 ID는 나타나지 않는다. 요소를 위한 데이터 공간에 위에서 언급한 데이터 이외에 요소 형태를 결정짓는 Flag bit이 추가된다. 삼각 요소나 사면체 요소는 모두 삼각 요소 형태를 기본으로 하여 형성이 가능하지만, 실린더 요소는 그 생성 방법이 다르므로 Flag bit이 필수적으로 추가되어야 한다. 모든 요소에 대해 데이터 Set이 형성되면 해석 결과값을 매핑해야 한다. 해석 결과는 Fig. 7과 같이 XML 파일 형태로 얻을 수 있

다. 해석결과와 매핑은 노드 솔루션일 경우, XML 파일 내에서 결과 값에 대한 ID가 노드 데이터로 표시되며 요소 솔루션일 경우에는 요소 데이터라고 표시되므로 구분이 어렵지 않다. 노드 솔루션은 노드 데이터 공간에 해석 결과값을 매핑하여 요소 데이터 공간에 함께 넘겨준다.

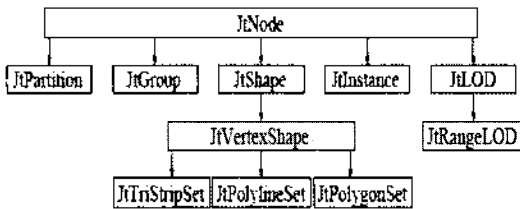


Fig. 6. Jupiter Node Class Hierarchy.

```

<HEADER>
<NAME> Moldflow Simulation Results XML Writer</NAME>
<Version> 1.0</Version>
<HEADER>
<Dataset Name="Fill time" ID="1610">
<DataType> NDDT(Node Data)</DataType>
<DeptVar Name="Fill time" Unit="s">
<NumberOfComponents> 1</NumberOfComponents>
<NumberOfIndpVariables> 0</NumberOfIndpVariables>
<Blocks>
<NumberOfBlocks> 1</NumberOfBlocks>
<Block Index="1">
<NumberOfDependentVariables> 4245</NumberOfDependentVariables>
<Data>
<NodeData ID="1">
<DeptValues> 1.095e-001</DeptValues>
</NodeData>
<NodeData ID="2">
<DeptValues> 2.445e-001</DeptValues>
    
```

Fig. 7. XML Result File of Fill Time.

요소 솔루션일 경우, 노드 데이터를 요소 데이터 공간에 넘기기 전, 해당 ID의 요소를 이루는 세 노드에 동일한 결과 값을 매핑 하게 된다. 요소 데이터는 배열로써 구성되며 그 구조는 Fig. 8과 같다. 저장된 데이터를 차례대로 jtTriStripSet과 jtCylinderSet을 이용해 제품 형상 및 냉각 채널, 러너시스템을 형성하며, Time step을 가지고 있는 해석 결과의 경우, 각 Time

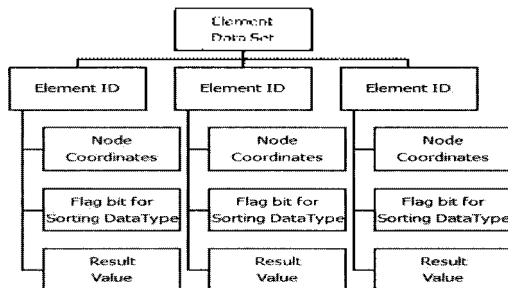


Fig. 8. Data Structure of Full Element Set.

Step에 따라 JT 내부에 계층화하여 결과 파일을 생성해 낼 수 있다. 또한 원하는 플롯의 XML 파일만을 추출하여 계층화 하는 것이 가능하다.

4. 구 현

시스템 구현 환경은 Microsoft Windows XP SP2를 운영체제로 선택, MS Visual C++, MS Visual Basic을 개발도구로 사용하였고 JT 파일 생성을 위해 UGS의 JT Open Toolkit 4.0을 이용하였다. Visual Basic과 Moldflow API를 이용하여 형상 ASCII 파일 및 해석 결과 값의 XML Result를 추출하여 JT로 변환하였다. 변환에 사용된 모델은 프로젝트 파일의 용량이 165 Mb이며 제품의 요소 수는 8899개이다. 변환된 플롯의 수는 63개이며, 그 용량의 합은 5.9 Mb이다. Fig. 9(a)은 Fill time으로써 좌측이 Moldflow의 해석 결과이며 우측이 JT로 변환한 것이다. 제품 형상 자체에 결과 값이 적용되어 노드 솔루션 형태로 번역된 모습이다. 이 플롯에서 표현할 필요가 없는 실린더 형태의 냉각 채널은 반투명 상태로 표현된다. Fig. 9(c)은 냉각 채널에 결과 값이 적용된 플롯이다. Fill time과는 반대로 제품이 반투명하게 표현되었다. Fig. 10은 각 플롯이 하나의 JT 파일 안에 계층화된 모습이다. Time Step을 가진 해석 결과의 경우, 이러한 구조로 각 Time Step에 대한 해석 결과를 계층화할 수 있어 각 Time Step에 대한 결과를 검토할 수 있으며, 이는 원본 프로젝트 파일을 검토할 때와 같은 효과를 가졌다고 할 수 있다. 또한 각 플롯을 선택적으로 JT 안에 담을 수 있기 때문에 불필요한 플롯을 제거할 수 있으므로 그 용량 또한 경량화 할 수 있다. 개별 플롯에 대한 JT 파일 하나의 용량은 대부분 100 kb 정도로, 모든 플롯의 용량을 더하더라도 원본 프로젝트 파일 용량의 3~4% 밖에 되지 않는다.

5. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 분야의 성격상 지역적으로 분리된 여러 업체와 부서의 협력을 필요로 하는 시출성형 업계에서 CAE 결과 데이터의 원활한 공유를 위하여 CAE 시스템으로부터 얻은 형상 정보 및 해석 결과 정보를 JT Structure에 매핑 하여 해석 결과를 JT로 변환, 경량화 하였다. 제품 형상은 jtTriStripSet을 이용해 변환 하였으며 냉각 채널 및 러너시스템은 jt실린더 Set을 이용해 모든 형상을 완벽하게 표현할 수 있었다.

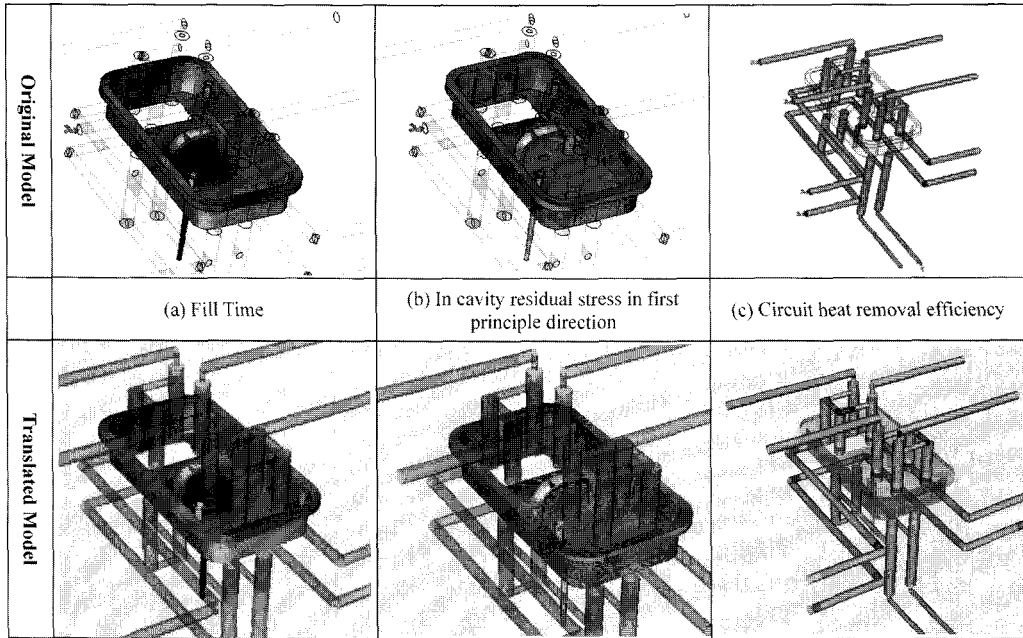


Fig. 9. Examples of the Translated Results (MoldFlow).

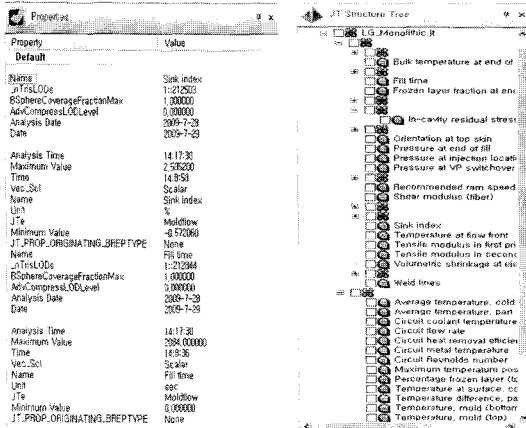


Fig. 10. Properties and Structure Tree of JT.

Time Step을 가지고 있는 해석 결과에 대해서는 파일 Structure를 계층화 할 수 있는 JT의 상층을 이용하여 각각의 Step에 대해 모든 결과를 가시화 하였다. 또한 원하는 플롯만을 추출하도록 하여 불필요한 용량 증가를 지양하고 협업 환경 내에서 설계자가 원하는 결과들만 공유하도록 함으로써 업무 효율을 높일 수 있다. 향후 해석 결과 중, Tensor 형태로 구성된 결과 값의 매핑에 대한 연구가 필요하다. 현재 JT는 X, Y, Z 형태의 벡터 데이터까지만 컬러 정보로 매핑할 수 있기 때문에 네 개 이상의 값으로 구성되어

추출되는 Stress Tensor, Strain Tensor와 같은 플롯의 변환에 대한 연구가 진행되어야 한다.

참고문헌

1. 정종훈, 이건우, “사출 균형을 위한 웹업 설계시스템의 개발,” 한국CAD/CAM학회 논문집, 제5권, 제1호, pp. 50-60, 2000.
2. 최영, 조성욱, 권기억, “STEP을 이용한 유한요소해석 정보모델 구축,” 한국CAD/CAM 학회 논문집, 제3권, 제1호, pp. 48-56, 1998.
3. 이영준, 고영욱, 유상봉, “STEP을 이용한 CAD 데이터 변환 시스템의 구현,” 한국CAD/CAM학회 논문집, 제1권, 제2호, pp. 87-96, 1996.
4. Lee, S. H., “A CAD-CAE Integration Approach Using Feature-based Multi-representation and Multi-abstraction Modeling Techniques,” Computer-Aided Design, Vol. 37, Issue 9, pp. 941-955, 2005.
5. 김현구, 송인호, 정성중, “사출압형 협업 설계를 위한 CAE 가시화 시스템 개발,” 한국CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp. 667-673, 2007.
6. Moldflow Plastic Insight 5.0 Korean Manual
7. Bartz, D., “Jupiter: A Toolkit for Interactive Large Model Visualization,” IEEE Symposium on Parallel and Large 데이터 Visualization and Graphics Proceedings, 2001.
8. 박병권, 김재경, “경량 CAE 포맷을 이용한 다분야 CAE관리 시스템 개발,” 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제15권, 제2호, pp. 157-165, 2010.



박 지 훈

2008년 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학 줄
2010년 한양대학교 기계공학과 석사 졸업
한국타이어 중앙연구소 근무
관심분야: CAD 알고리즘



박 병 건

2005년 한양대학교 기계공학부 학사
2007년 한양대학교 기계공학과 공학석사
2007~현재 한양대학교 기계공학과 박사과정
관심분야: Multi-CAD/CAE Integration, Bio-CAD



김 재 정

1981년 한양대학교 성민기계공학과 학사
1983년 미국 George Washington대 학공
학석사
1983년~1984년 미국 National Food Processors Association 연구원
1989년 미국 MIT 공학박사
1989년~1991년 미국 IBM T.J. Watson 연구소 연구원
1991년~1993년 한국 IBM 소프트웨어 연구소 연구원
2002년~2003년 미국 NIST 객원 연구원
2003년 프랑스 Dassault System 객원 연구원
1993년~현재 한양대학교 기계공학부 교수
관심분야: Geometric Modeling, CAD/CAM 응용, PDM/PLM