

IGES Translator의 개발에 관한 연구 (A Study on the Development of an IGES Translator)

박 준철, 최 병규

한국과학기술원 산업공학과

ABSTRACT

본 논문에서는 상용화된 이 기종 CAD/CAM 시스템간의 CAD 데이터 교환기능을 가지는 IGES Translator 시스템의 구조를 제안한다. 제품생산의 여러 단계에서 CAD/CAM의 사용이 보편화되어감에 따라 상용 CAD/CAM 시스템들은 응용분야에 맞는 특수한 도구로 사용되는 경향이 생겨났다. 예를 들어, ALIAS는 주로 스타일링 디자인에, I-DEAS와 PRO/ENGINEER는 엔지니어링 디자인에, EUCLID는 금형 디자인에, 그리고 OMEGA와 Z-MASTER는 NC 공구경로생성에 주로 사용되고 있다.

CAD 데이터 교환을 위해 제안된 중립파일형식(Neutral File Format)중에서, IGES(Initial Graphics Exchange Specification)는 대부분의 상용 CAD/CAM 시스템에서 지원을 하고 있으며 가장 널리 쓰이는 파일형식이다. 그런데, IGES를 통한 CAD 데이터 교환은 다음과 같은 문제점들을 가지고 있다. 즉, patch의 사라짐, 경계곡선의 왜곡, patch의 overlap 또는 gap, trimming error, 곡면간의 꺾임각도 등이 그것이다.

이 논문의 목적은 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 범용 IGES Translator를 개발하는 데 있다. 이 논문의 주요한 기여 내용은 다음과 같다. 1)주요 상용 CAD/CAM 시스템의 IGES Interface 기능의 비교 분석, 2)주요 상용 IGES Translator의 기능 분석, 3)사용자의 기능적 요구사항의 분석, 4)사용자 관점 및 시스템 관점에서의 IGES Translator의 구조 제안, 5)Prototype IGES Translator의 개발 및 테스트 결과 제시

1. 서론

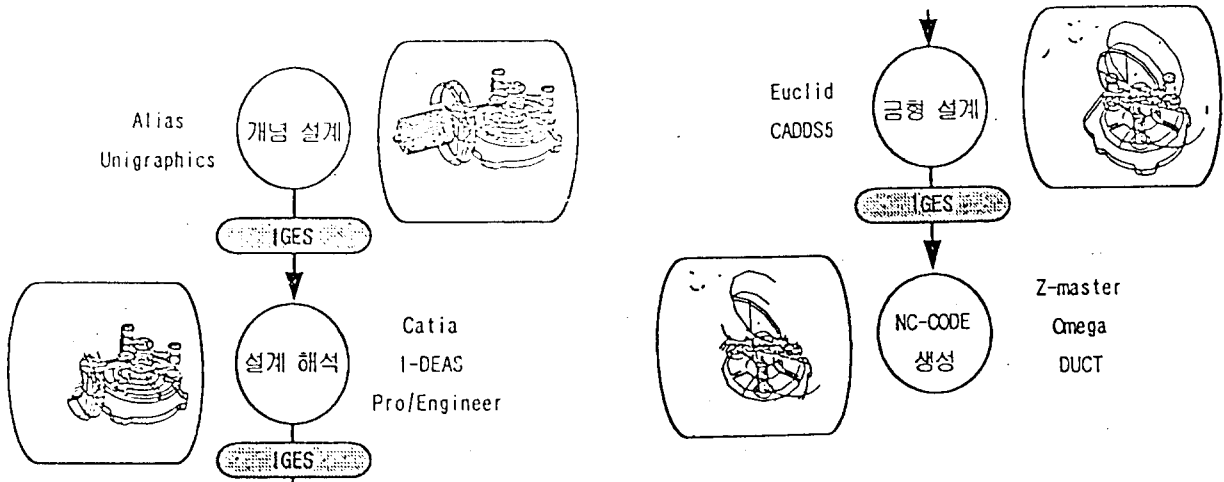
1.1. 연구의 배경 및 필요성

최근 들어 제조업체에서는 제품의 생산성, 품질, 신뢰성 및 대외 경쟁력을 높이기 위해서 제품개발의 각 단계별로 원하는 기능에 가장 적합한 CAD/CAM/CAE 시스템을 사용하고 있다. 즉, 신제품 스타일링단계(Styling), 설계해석단계(Engineering Design), 금형설계(Product Design) 및 가공설계(Manufacturing Design, NC code 생성)의 각 단계별로 필요기능에 가장 적합한 전용시스템을 사용하고 있다[Suh 94]. 이 기종 CAD/CAM 시스템간의 형상데이터 교환을 위해서 IGES(미 상무성), SET(프랑스), VDAFS(독일), PDDI(미 공군)등 여러 가지 neutral 파일 형식이 제안되었는데, 그 중에서 IGES를 통한 데이터 교환은 가장 널리 채택되고 있는 방법중의 하나이다[Wilson 87].

그런데, IGES format의 불명료한 규정, 각 CAD/CAM 시스템이 지원하는 형상데이터의 종류, 범위의 상이성 및 CAD/CAM 시스템에 구현되어 있는 IGES translator(preprocessor, postprocessor)의 성능차이로 인해서 교환되는 형상데이터의 손실이 유발되고 있는 실정이다[Pasquill 88][Goult 90]. 형상데이

타의 손실의 예로는 [그림 2.1]에서처럼 곡면의 사라짐, untrimmed 곡면의 발생, trimming 곡선의 왜곡, overlap 및 gap의 발생 등이 있다[금성사 93][금성사 94][대우 94].

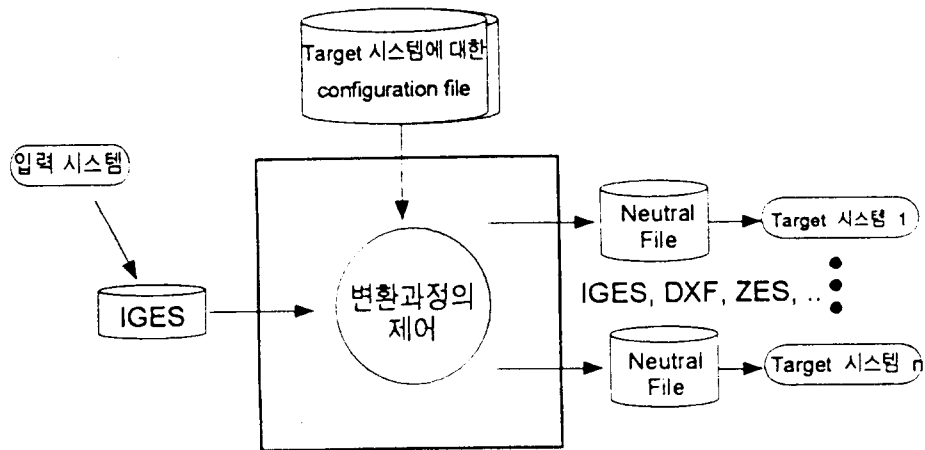
따라서, 교환되는 정보의 손실을 최소로 하기 위해서는 IGES 포맷에 대한 명료한 해석, 받아들이는 시스템이 지원하는 형상데이터의 종류, 제한사항 및 IGES processor의 특성을 고려하여, 입력 IGES 파일의 형상데이터를 변환하는 노력이 필요하다.



[그림 2.1] IGES를 통한 이 기종 CAD/CAM시스템간의 형상데이터 교환

1.2. 연구의 목적 및 범위

본 논문에서는 이 기종 CAD/CAM 시스템간의 형상데이터 교환시에 형상정보의 손실을 최소로 할 수 있는 IGES Translator 시스템의 구조를 제안하는 것을 연구의 목적으로 한다. 연구의 범위는 기능적 요구사항의 결정, 시스템 구조의 제시, 구현 및 결과 테스트까지로 한다.



[그림 1.2] IGES Translator 시스템의 개념도

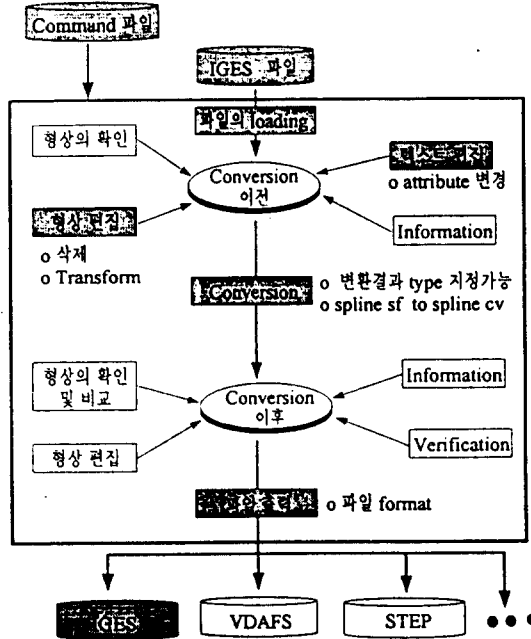
2. 전반적 고찰

본 장에서는 IGES 파일을 통한 데이터의 교환시 문제점, 원인 및 문제점 해결을 위한 연구내용을 소개하고, 본 논문에서 연구하고자 하는 IGES Translator와의 연관관계를 설명한다.

2.1. IGES를 통한 데이터 교환시의 문제점 및 해결 노력

IGES 파일을 이용한 데이터 교환시에 발생하는 문제점으로는 곡면의 사라짐, 곡면의 왜곡, 곡면의 boundary 왜곡, untrim면의 발생, overlap과 gap의 발생, 곡면간 꺾인 각도, patch수의 증가 등이 있다 [금성사 93][금성사 94][대우 94]. 이러한 문제점들의 발생의 원인은 IGES Spec.의 불완전성, processor의 성능문제 및 CAD/CAM 시스템의 근본적인 차이 등으로 분류될 수 있다.

이러한 문제점의 해결을 위한 노력으로 CAD*I 프로젝트에서 NFAS(Neutral File Adapting System)가 제안되었다. NFAS는 데이터 교환과정에서 Target 시스템의 특성을 반영하여 입력파일의 형상데이터를 적절히 변환시켜주는 IGES Translator 시스템이다. NFAS의 기본기능은 크게 7가지로 이루어지며, 이를 사용자관점에서 살펴보면 [그림 2.1]과 같다. NFAS 시스템의 한계사항을 정리하면 [표 2.1]과 같다.



[그림 2.1] 사용자관점에서의 NFAS의 시스템 구조

[표 2.1] NFAS 시스템의 한계사항들

항 목	내 용
작업방식	batch 방식, batch command로 command 파일을 작성해야 함
입력형상의 확인	입력형상의 확인과정이 없음
입력파일의 통계자료	입력파일의 통계자료를 산출하는 기능 없음
entity의 선택	entity의 선택 방법에 대한 구체적인 기준이 없음
geometry 수정	geometry 수정의 구체성 부족, batch 방식으로 인한 비효율
변환전후의 비교	변환전후의 geometry들간의 비교 및 error test의 기능이 없음
복수파일의 비교	둘 이상의 파일의 비교작업이 불가능함
변환사양	Target 시스템을 고려한 구체적인 변환사양의 제시가 없음, 변환결과 type만 지정가능함

2.2. IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항 분석

본 절에서는 상용 CAD/CAM 시스템들의 IGES interface 기능에 대한 비교분석 및 사용자의 요구사항에 대한 분석을 수행함으로써 IGES Translator 시스템이 갖추어야 할 기능적 요구사항을 결정한다.

2.2.1. 상용 CAD/CAM 시스템들의 IGES 관련기능에 대한 비교분석

[표 2.6]은 분석대상 상용 시스템의 모델러 형식, 형상정보 저장방식 및 특기사항을 나타내고 있다.

[표 2.2] 상용시스템의 개발공급자 및 형상정보의 저장방식 비교

시스템	공급자 (개발자)	모델러 형식	형상정보 저장방식	IGES version
Cadds5	미 CV	solid	NURB	5.0 이하
Catia	미 IBM (프Dassault)	surface	Polynomial	3.0, 4.0
UG	미 EDS (미 맥도널 더글라스)	solid	NURB	4.0 이하
I-DEAS	미 SDRC	solid	NURB	5.1 이하
Pro/Eng	미 PTC	solid	NURB	5.1 이하
Euclid	프 Matra	surface	Bezier (3 ~ 7차)	4.0 이하
Alias	미 Alias Res	surface	NURB	5.0 이하

2.2.2. 상용 IGES Translator의 기능 분석(IGESVIEW)

상용화된 IGES Translator로는 미국 IDA(IGES Data Analysis, inc.)사에서 개발한 IGESVIEW라는S/W가 있다. 이 S/W는 값비싼 상용 CAD/CAM 시스템이 없는 회사나 부서에서 IGES 파일의 형태로 형상정보가 공급되는 경우를 고려하여 개발되었다. [표 2.3]에 나타나 있듯이 IGESVIEW의 주요기능에는 IGES 파일의 내용확인, 파일의 수정, 형상의 확인, 형상의 수정, 주석 달기 등이 있으며, 한계점은 [표 2.4]와 같다.

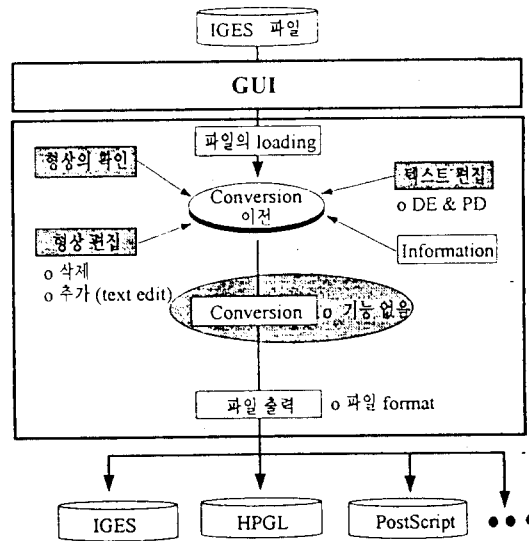
[표 2.3] IGESVIEW의 주요기능

기능	내용
파일 내용 확인	Start/Global 섹션의 정보, 마우스로 선택된 일부 형상에 대한 DE/PD 섹션의 정보
Display	확대 및 축소(zoom in, zoom out), 회전(rotate), 이동(pan)
Markup	그래픽컬한 사용자 주석
편집	마우스로 선택된 일부 형상에 대한 DE/PD 섹션의 값을 변경 가능 마우스로 선택한 일부 형상의 삭제 및 복원이 가능
데모	명령어를 배치파일에 담아서 실행할 수 있음, 데모용 화면제작 가능

[표 2.4] IGESVIEW의 주요 한계점

한계	내용
형상데이터 변환	- 파일의 편집, 형상의 삭제 및 복원만 가능 - Geometry의 변환기능은 없음
파일내용 확인	- 입·출력 entity에 대한 통계 정보 없음 - 입·출력 entity의 상호 비교가 없음 - 미처리 entity에 대한 정보 없음
편집	- text로 된 수치 값을 사용자가 변경하므로, 형상수정의 효율성이 떨어짐

사용자 관점에서 본 IGESVIEW의 시스템 구조는 [그림 2.2]에 나타나 있다.



[그림 2.2] 사용자 관점에서 본 IGESVIEW의 시스템 구조

2.2.3. 상용 CAD/CAM 시스템 사용자들의 요구사항

국내의 CAD/CAM 시스템사용자들이 IGES interface와 관련하여 요구하는 사항들을 정리하면 [표 2.5]와 같다. 이는 국내의 CAD/CAM 사용업체들과의 IGES interface 프로젝트에서 제기되었던 요구사항들을 정리한 것이다[금성사 93][금성사 94][대우 94][큐빅 93].

[표 2.5] 상용 CAD/CAM 시스템 사용자들의 요구사항

내용	설명
attribute 및 flag의 수정	- DE section의 entity attribute들의 수정 (visible flag, layer, dependancy, ..) - PD section의 flag (#126, #128의 closedness flag)
IGES 규정에 어긋난 출력 format의 수정	- #144의 outer trimming curve를 구성하는 폐곡선의 개수 (IGES 규정인 1개, Alias에서 2개 허용)
곡면의 overlap 및 gap 제거	- trimmed 곡면의 경계곡선간에 overlap 또는 gap이 발생하는 경우, 곡면 및 곡선의 형상편집이 필요함
입력된 파일의 entity중에서 변환 대상 entity의 선택	- entity type, rational/polynomial, 마우스 등으로 선택한 임의의 entity
IGES 이외의 파일로 출력	- DXF, ZES, TMP 등의 neutral 파일 - HPGL, PostScript등의 플로터파일로의 출력

2.2.4. IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항의 결정

2.3.1절부터 2.3.3절의 내용을 바탕으로 하여, IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항들을 정리하면 [표 2.6]과 같다.

[표 2.6] IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항

분류	내용	설명
입력	format check 및 invalid geometry의 check	입력 entity의 통계수치, format error 및 invalid geometry에 대한 확인요구
정보확인	기능 수행결과에 대한 정보를 필요로 함	입출력 entity의 내용, 변환전후의 entity 비 교, format error/invalid geometry의 내용, ..
파일편집	attribute 및 flag의 수정	DE section의 entity attribute들의 수정 PD section의 flag
	format error 수정	format error entity의 수정
display	입력파일의 형상확인 복수파일의 형상비교 변환전후의 형상비교	형상편집의 전제사항
형상편집	곡면의 overlap 및 gap 제거	trimmed 곡면의 경계곡선간에 overlap 또는 gap이 발생하는 경우
변환	target 시스템의 근본적인 특성 및 IGES processor의 특성을 반영한 변환	target 시스템별 default 변환사항 필요
검증	변환전후의 error test overlap/gap의 검사	error의 부위 및 정도의 확인
출력	IGES 이외의 파일로 출력	neutral file : DXF, ZES, TMP 등 플로터 파일 : HPGL, PostScript 등

3. IGES Translator 시스템의 구조 제안

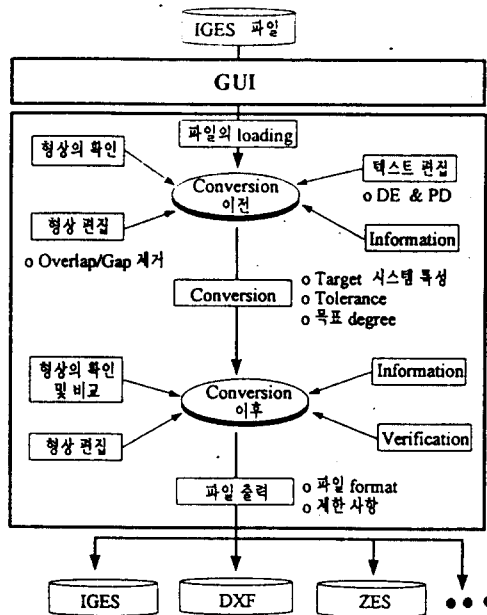
본 장에서는 IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항을 반영하는 IGES Translator 시스템의 구조를 제안한다. 사용자 관점 및 시스템의 관점에서 IGES Translator가 갖추어야 할 시스템의 구조를 서술한다.

3.1 사용자 관점에서 본 IGES Translator의 구조

[표 3.1]과 [그림 3.1]에는 사용자 관점에서 IGES Translator가 갖추어야 할 기능과 전체적인 시스템 구조가 나타나 있다.

[표 3.1] 각 상태에서 사용자가 취할 수 있는 작업

현재의 상태	가능한 작업
시작	<ul style="list-style-type: none"> IGES 파일의 loading
loading 완료	<ul style="list-style-type: none"> unloading / 다른 파일의 loading 로그파일 확인 : 입력파일의 entity type별 개수, format error 사항 입력 IGES 파일의 editing(파일편집) 입력 형상의 확인 및 수정 출력 : IGES등의 neutral 파일 및 Plotter 파일 conversion (곡면/곡선의 basis change, 근사전환)
변환완료	<ul style="list-style-type: none"> unloading / 다른 파일의 loading 로그파일의 확인 : 변환전후의 geometry 비교, 최대 error의 확인 입력 IGES 파일의 editing(파일편집) 변환된 형상의 확인 및 수정, 입력형상과의 비교 Verification : 대응 geometry간의 error test 출력 : IGES등의 neutral 파일 및 Plotter 파일 conversion(곡면/곡선의 basis change, 근사전환)
출력완료	<ul style="list-style-type: none"> unloading / 다른 IGES 파일의 loading 로그파일의 확인 : 변환전후의 geometry 비교, 최대 error의 확인



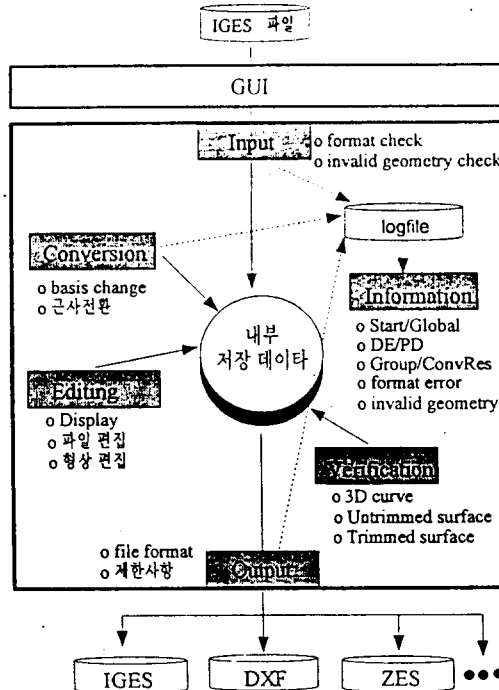
[그림 3.1] 사용자 관점에서 본 IGES Translator 시스템의 구조

3.2 시스템 관점에서 본 IGES Translator의 구조

[표 3.2]와 [그림 3.2]에는 시스템 관점에서 IGES Translator가 갖추어야 할 기능과 전체적인 시스템 구조가 나타나 있다.

[표 3.2] 시스템관점에서 본 IGES Translator의 구성모듈

모듈	기능
Input	IGES 파일을 읽어들이어서 내부데이터 구조에 저장 입력파일의 entity 내용/format check결과/invalid geometry를 logfile에 기록
Information	입력, 변환 및 출력에 이르는 일련의 과정을 수행함에 따른 결과에 대하여 테이블형식의 요약자료를 보여줌
Editing	파일편집(삭제, 복원, format correct, attribute change) 형상편집(삭제, 복원, 경계곡선 수정(overlap/gap 제거))
Conversion	basis change 및 근사전환 (pre-defined config 또는 사용자 정의 config파일을 이용함)
Verification	변환전후의 대응 geometry간 및 이웃하는 곡면간 boundary의 error test
Output	neutral 파일(IGES, ZES, TMP, DXF, ...) 플로터 파일(HPGL, PostScript..)의 출력



[그림 3.2] 시스템 관점에서 본 IGES Translator의 구조

4. 구현내용 및 적용사례

4.1 구현 내용

[그림 3.2]의 전체적인 구조에서 Editing 모듈과 Verification 모듈은 구현의 대상에서 제외하였다. 그리고, 아직 GUI가 구현되지 않아서 텍스트 모드에서 수행하였다. 현재까지의 구현의 내용은 [표 4.1]과 같다.

[표 4.1] 구현의 범위

항 목	구현한 내용		미 구현 내용
Input	curve : #100, #110, #126 surface : #128 기타 : #124, #102, #142, #144, #141, #143		나머지 entity
Information	Start/Global/DE/PD section의 요약 grouping 결과의 요약 format error/ invalid geometry 변환전후의 entity비교 출력 entity의 요약 process 진행상의 error/warning/message		없음
Conversion	Target 시스템	Euclid, Pro/Engineer, Z-master, Omega	I-DEAS, Catia, UG, Alias, ..
	geometry 변환	회전 NURB → 7차 B-spline 3차 B-spline → 7차 B-spline 비회전 NURB → polynomial B-spline → 3차 comp. Bezier	나머지
Output	File Format	IGES, ZES, TMP	DXF, SET, VDAFS 및 Plotter File
	IGES	curve : #100, #110, #126 surface : #128 기타 : #124, #102, #142, #144	나머지 entity
	ZES	curve : polynomial surface : polynomial, plane 기타 : face, edge	없음
	TMP	curve : 3차 comp. Bezier surface : 3차 comp. Bezier 기타 : 2D, 3D point seq.	없음

시스템의 input은 IGES의 10개 entity로 제한하였다. 실제로 이 entity들은 geometry 정보를 표현하는 데 가장 많이 쓰이고 있다. Information으로는 IGES 파일의 Section별 요약, 변환단위로의 grouping 결과의 요약, format error와 invalid entity의 내용, 변환전후의 entity의 비교, 출력 entity의 요약 및 process진행과정중의 특기사항(warning, error 및 message)을 파일로 출력하였다. Conversion의 Target 시스템은 Euclid, Z-master 및 Omega로 하였다. 출력으로 지원하는 file format은 IGES, ZES 및 TMP 파일의 3가지로 제한하였다.

4.2 적용 사례

[표 4.2]에는 구현내용을 상용시스템에 적용한 사례를 요약하였다. 특히, 가전업계에서 많이 쓰이는 상용 시스템간(Pro/Engineer→Euclid, I-DEAS→Pro/Engineer)의 적용사례가 다음에 나타나있다.

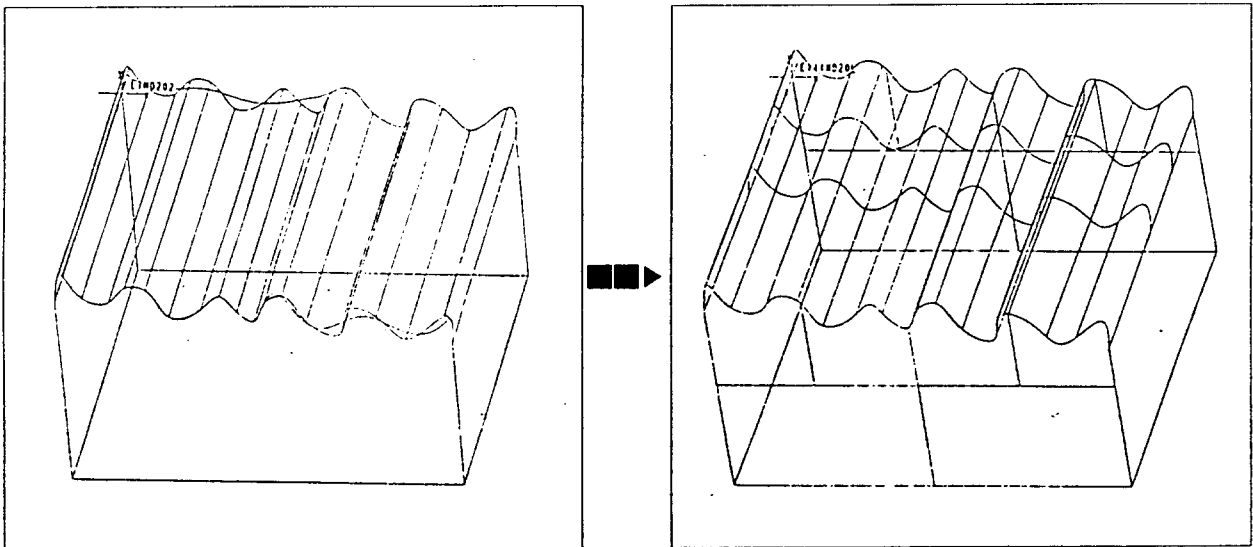
[표 4.2] 적용사례의 요약

출력 파일	Source System	Target System	테스트 내용
IGES	Pro/Engineer	Euclid	3D curve, untrimmed surface trimmed surface
	I-DEAS	Pro/Engineer	3D curve, untrimmed surface trimmed surface
ZES	Pro/Engineer	Z-master	3D curve, untrimmed surface trimmed surface
	I-DEAS	Z-master	3D curve, untrimmed surface trimmed surface
TMP	Catia	Omega	3D curve

1) Pro/Engineer → Euclid

■ trimming curve의 왜곡([그림 4.1])

- 원인 : segment가 여러개인 B-spline curve(#126)의 Bezier curve로의 근사오차
- 대책 : patch가 1개인 B-spline으로 분할하도록 option 설정
- 결과 : 왜곡이 없어짐



<변환전>

<변환후>

[그림 4.1] trimming curve의 왜곡(Pro/Engineer → Euclid)

■ NURB(Non-uniform Rational B-spline)변환시 patch간 각도가 커서 금형가공에 부적합 ([그림 4.2])

- 원인 : Rational B-spline의 근사오차
- 대책 : Non-rational B-spline으로 근사후 출력하도록 option 설정
- 결과 : patch간 각도가 기준각도(0.01)이내로 양호[표 4.3]

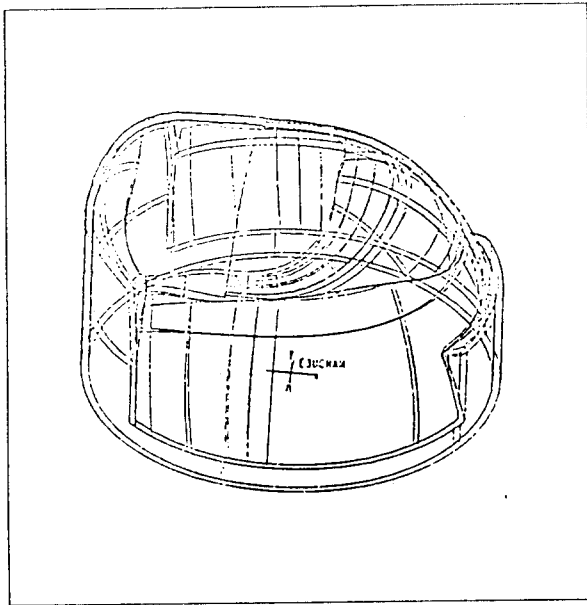
2) I-DEAS → Pro/Engineer

■ 곡면의 사라짐([그림 4.3])

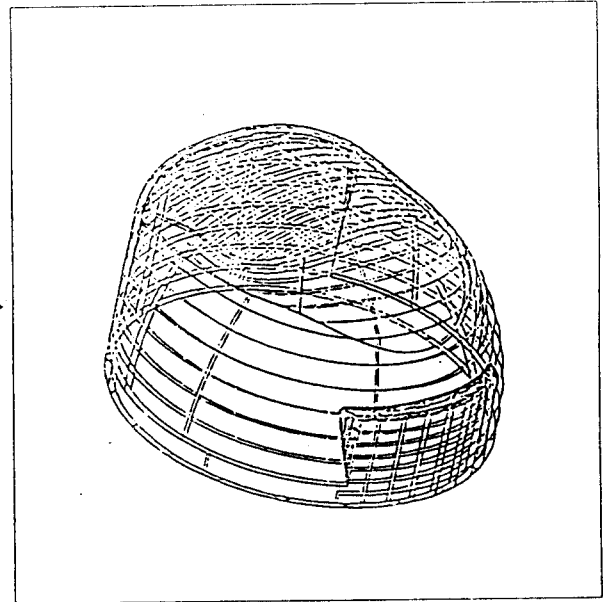
- 원인 : 실린더 형상의 NURB곡면의 변환을 못함
- 대책 : NURB곡면을 B-Spline곡면으로 변환후 출력
- 결과 : 곡면이 나타남

[표 4.3] Pro/Engineer에서 Euclid로의 NURB 데이터 교환 결과

평가항목	gap	overlap	patch간 각도	surface간 각도	patch 개수
요구조건	0.012	0.00	0.01	0.5	적음수록 좋음
Euclid 자체	만족	0.00	0.2(NURB)	0.5	1
			0.02(B-spl)		
NURB 변환	만족	만족	0.00	0.5	0.9
			0.02		
NURB 및 B-spline 변환	0.02	만족	0.00	0.3	1.3
			0.00		

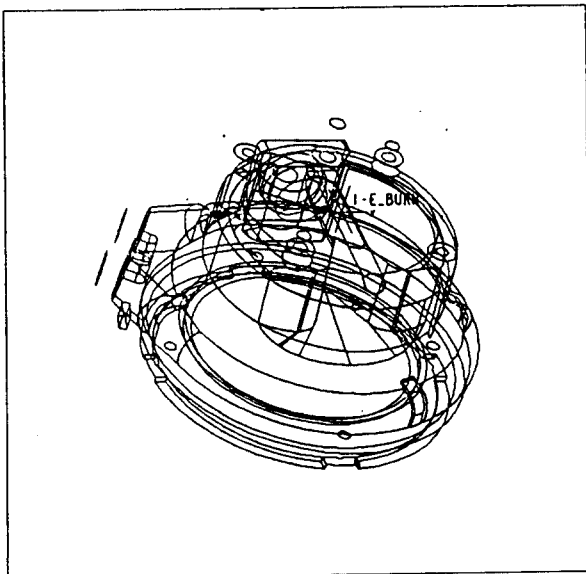


<변환전>

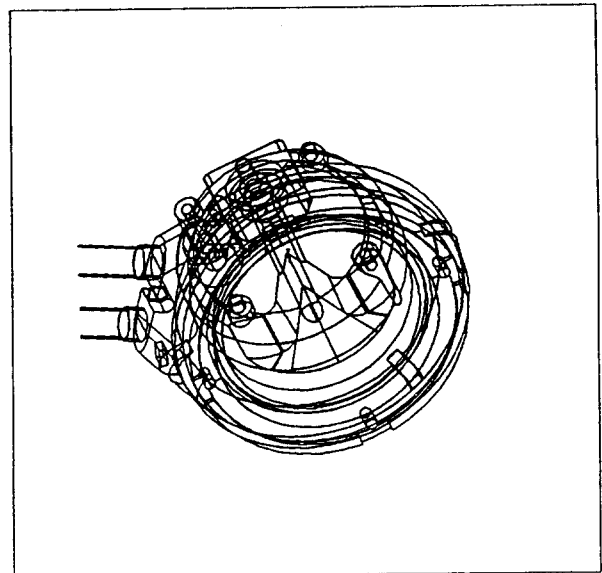


<변환후>

[그림 4.2] NURB 데이터의 교환(Pro/Engineer → Euclid)



<변환전>



<변환후>

[그림 4.3] 실린더 형상의 사라짐 (I-DEAS → Pro/Engineer)

5. 결론 및 추후연구과제

5.1 결론

본 논문에서는 IGES를 통한 이 기종 CAD/CAM 시스템간의 형상데이터 교환시의 문제점 해결을 위한 IGES Translator 시스템의 구조 및 설계방안에 관하여 연구하였다. 본 논문에서 다룬 내용은 다음과 같다.

- 1) IGES Translator 시스템에 관한 기존의 연구 및 한계점 제시
- 2) 상용 CAD/CAM 시스템의 IGES processor의 기능에 대한 비교분석 및 한계점 제시
- 3) IGES Translator 시스템의 기능적 요구사항의 제시
- 4) IGES Translator 시스템의 구조(system architecture)에 대한 사용자 관점 및 시스템 관점의 제시
- 5) Prototype의 구현 및 적용사례의 제시

5.2 추후연구과제

- 1) Rational 곡면 → Non-rational 곡면 근사 algorithm 연구 (허용오차내, 시간단축)
수학적으로 다양하게 표현되는 곡면 및 곡선간, 특히 Rational 곡면을 Non-rational 곡면으로의 근사를 허용오차 이내에서 수행할 수 있는 algorithm에 관한 연구가 필요하다.
- 2) 새로운 Neutral File Format의 가능성에 관한 연구
IGES, SET, VADFS, PDDI 및 STEP등의 neutral 파일에 대한 파일포맷 및 geometry 체계의 분석을 통해서 형상데이터의 교환을 위한 새로운 neutral 파일형식에 대한 연구도 필요하리라 본다.

참고문헌

- [Cadds5] IGES User Guide, Computervision Corporation, June 1992
- [Choi 90] B.K. Choi, CAM 시스템과 CNC 절삭가공, 청문각, 1990
- [Choi 90] B.K. Choi, Surface Modeling for CAD/CAM, Elsevier, 1991
- [Euclid 93] Euclid 3 IGES INTERFACE Ref. Manual, Matra Datavision, 1993
- [Goult 90] R.J. Goult, P.A. Sheerar, Improving the Performance of Neutral File Data Transform, Springer-Verlang, 1990
- [IDEAS] I-DEAS Manual, SDRC
- [IGES 4.0] The Initial Graphics Exchange Specification(IGES) Version 4.0, NBS, 1988
- [IGES 5.0] The Initial Graphics Exchange Specification(IGES) Version 5.0, NISTIR, 1990
- [Pasquill 88] K.G. 'Pasquill, Practical uses of IGES', CAD 1988, pp358-359
- [Pro/E 93] Pro/Eng. Interface Guide, Parametric Technology Corporation, 1993
- [Suh 94] M.S. Suh, 'NURB곡면을 Bezier 곡면으로 근사전환에 관한 연구', KAIST, M.S. Thesis, 1994
- [Wilson 87] Peter R. Wilson, 'A Short History of CAD Data Transfer Standards', IEEE CG&A, Jun 1987, pp64-67
- [금성사 93] 한국과학기술원 "Pro/Engineer와 Euclid 시스템간의 Interface S/W 개발에 관한 연구", 1994. 4., 연구보고서
- [금성사 94] 한국과학기술원 "Alias → I-DEAS → Euclid 시스템간의 CAD -Interface S/W 개발에 관한 연구", 1994. 9., 연구제안서
- [대우 94] 한국과학기술원, "초 인류 공형제작을 위한 CIM 통합체제구축에 관한 연구", 1994. 7., 연구제안서
- [큐빅 94] 대한산업공학회, "Omega CAM 시스템을 위한 IGES Interface S/W 개발에 관한 연구", 1994. 7., 연구보고서