



건설산업 분야에서의 리버스 엔지니어링 활용전략 – 레이저 스캐닝 기술 기반으로 –

Strategy for Applying of Reverse Engineering in Construction Industry

권순욱 Soon-Wook, Kwon
성균관대학교 건축토목공학부 교수

서론

최초 CAD의 역사는 1960년대에 3D 표면구성의 면과 NC 프로그래밍으로 항공기와 자동차 산업에서의 시작이었다.

리버스 엔지니어링을 이해하기 위해서는 먼저 제조업에서 정의하고 있는 CAD와 CAE에 대한 정의를 다시 되짚어볼 필요가 있다. CAE는 컴퓨터를 활용한 엔지니어링을 말한다. 설계와 생산의 통합/ 컴퓨터를 이용한 기술이다. CAE는 1970년 말부터 1980년대초에 computer-aided design(CAD)를 기본으로 급속하게 발전되었다. 전자산업에서는 이를 활용하여 이때부터 100분 1인치 즉 카드 한장 두께의 오차 이내로 생산 조립이 가능하게 되었고, 이를 이용한 가상설계 및 조립관련 시뮬레이션 기술은 특히 자동차산업에서 많은 활용이 이루어지기 시작하였으며 비행기 제조를 위한 항공산업 전 분야에서 사용되기 시작했다. 또한 이 기술들의 지속적인 발전은 현재 우리가 알고 있는 CAM(computer-aided manufacturing)으로 성장하게 되었다. 최근에는 CNC(Computerized numerical controlled) 컴퓨터 수치제어를 통한 정밀가공기술로 CAD를 통한 제품설계와 CNC를 이용한 제품가공으로 설계안과 실제 제품의 오차가 거의 없는 제품을 생산하게 되었다.

1. 리버스 엔지니어링(Reverse Engineering)이란 무엇인가?

리버스 엔지니어링이란 무엇인가? 그 정의에 대해서 짚어본다면 CAE는 컴퓨터 모델링으로 설계된 것을 실제

제품(건물)으로 생산하였다면, CARE는 이와 반대로 생각할 수 있다.

제조업 분야에서는 제품의 설계, 제조, 조립, 유지관리 프로세스를 통틀어 엔지니어링이라고 하며 엔지니어링은 Forward engineering와 Reverse Engineering 크게 두 가지 타입으로 구분할 수 있다. Forward engineering은 설계 디자인을 실제로 구체화시켜 제조, 조립, 유지관리 등 이후 단계를 진행하는 일반적인 프로세스이며, Reverse Engineering은 세부기술(도면, 자재 명세서, 소요부품명세서, 엔지니어링 데이터)에 대한 정보가 없는 부품 또는 부분에 대한 현재의 형상정보를 재생산해내는 프로세스이다. 또한 Reverse Engineering은 원하고자 하는 부분/부품을 스캐닝/디지털링의 방법을 통하여 기하학적 CAD 모델을 생성하는 프로세스로 정의하기도 한다.

그림 1과 같이 왼쪽 실제 물체(건물)에서 오른쪽 컴퓨터 3D 모델이 되는 과정이 역설계 과정이다. 3차원 형상 측정 기술을 이용하여 실제 제품(건물)이나 부품(재료) 등

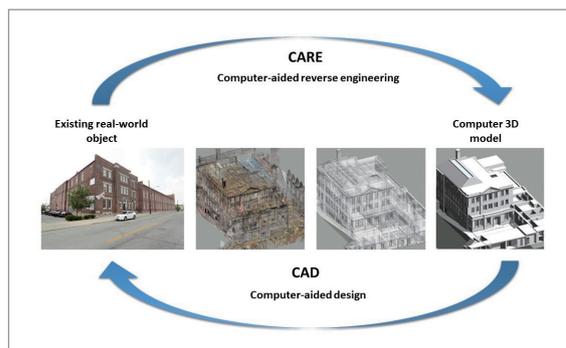


그림 1. Computer-aided reverse engineering (CARE) process

의 기하학적인 형상 정보를 획득하고 이를 기반으로 실물 모형을 정밀하게 재현하는 것이다. 역설계 과정으로 첫 단계는 3차원 측정기(CMM)을 이용하여 실제 물체의 표면으로부터 x,y,z의 3차원 좌표값을 획득한다. 좌표값은 3차원 형상 측정 기술을 이용하여 수백개부터 수십만 개의 점을 획득하며, 이런 점군을 포인트 클라우드라고 부른다. 그 다음 단계로 획득한 포인트 클라우드를 기반으로 트라이앵글러 방법등을 통하여 물체의 Surface 및 Surface edge를 생성한다. 마지막 세 번째 단계는 물체의 형상 모델링을 위하여 추출된 특징과 포인트 클라우드 활용한 표면 정합과정이다. 표면 정합이라는 것을 여러개의 Surface로 구성되어 있는 각기 다른 표면을 하나의 객체로 합치는 과정을 말한다.

최초 리버스엔지니어링은 산업과 군사목적으로 하드웨어를 분석한 것으로 시작하여 제품설계 및 생산, 제품의 부분복원등을 위한 목적으로 사용되었다. 또한 CAD로 설계된 물체와 실제 제작된 물체의 비교분석을 통하여 만들어진 제품의 품질검사에 사용되었다. 또한 최종 제품을 가지고 설계 결정과정을 추론하거나, 제품의 설계과정에서 발견하지 못한 오류를 찾아내고 수정하기 위해 사용해오고 있다. 현재 Reverse Engineering은 다양한 분야에서 널리 사용되고 있으며(특히 제조, 산업 디자인), 설계 및 재생산(리모델링)을 위한 합리적인 방법으로 부각되고 있다. 설계모델을 제조(제작)과정에서 필요로 하는 CAD 모델로 변환시키고 3차원 형태를 디지털화시켜 실제 부품의 생산 및 신속 시제품화(Rapid Prototyping)가 가능하게 한다.

2. Reverse Engineering의 활용 가능 분야

다음은 다양한 분야에서 Reverse Engineering이 필요한 이유에 관한 예시이다.

1. 기존의 제조업체(설계사, 건설회사)가 존재하지 않는 경우

2. 기존 제조업체의 제품(자재)이 더 이상 생산되지 않는 경우
 3. 기존 제품(자재, 시설물)의 설계정보가 존재하지 않는 경우
 4. 재가공/수정이 필요하거나 다시 제조를 해야 할 경우(CAD Data(BIM Data)가 존재하지 않거나, 손실된 경우)
 5. CAD모델(BIM모델)과 실제 모델간의 검측 및 품질 관리
 6. 생산된(시공된) 제품(시설물, 자재)의 단점 분석 및 장기간 사용되는 제품(시설물)의 장단점 분석
 7. 경쟁사의 제품(시설물, 자재)의 장단점을 파악
 8. 제품(시설물, 자재)의 성능/특징을 향상시키기 위한 전략수립
 9. 게임이나 영화에서 조각/모델의 3차원 데이터 생성
 10. 예술작품을 위한 개인, 모델, 조각 등의 3차원 데이터 생성 및 스케일 조절
 11. 건축 및 토목 설계 및 시공에서의 시방서/계측자료 제작
 12. 의류/신발 제조를 위한 일반적인 인체측정
 13. 의학적 수술 및 계획을 위한 인공기관 및 신체 조직에 관한 데이터 생성
 14. 범죄 및 사고 현장 분석을 위한 현장분석 및 재구성을 위한 환경정보 획득
- 등의 경우에 활용이 가능하며 위에 설명한 용도 이외에도 다양한 분야에서 활용되고 있으며 이에 대한 응용 및 적용이 가능하다.

3. Reverse Engineering - 일반적인 프로세스

Reverse Engineering의 일반적인 프로세스는 다음과 같으며 총 세 단계(스캐닝, 포인트 프로세싱, 적용-기하학적 모델 생성)로 구분되어 진다.

스캐닝 단계에서 3차원 스캐닝 작업이 이루어지며, 이

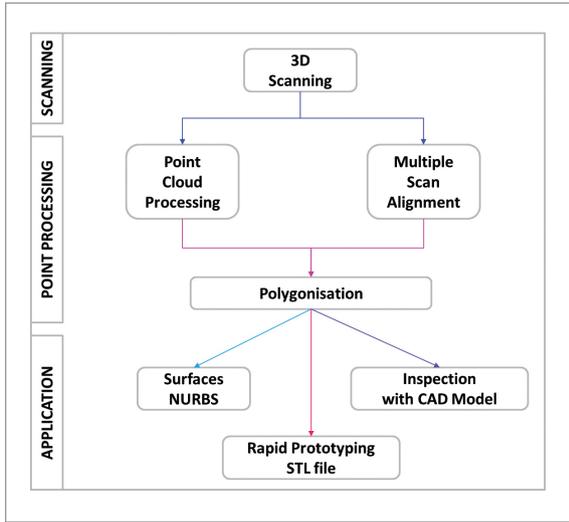


그림 2. Reverse Engineering - Process
(참고 : V. Raja, Reverse Engineering)

후 생성된 포인트 클라우드 데이터 처리 작업이 이루어지게 된다. 물체의 대상의 특징 및 환경에 따라 단일 스캐닝과 멀티 스캐닝 작업으로 구분되며, 멀티 스캐닝 작업이 발생할 경우 스캐닝 데이터의 병합 작업(registration process)이 진행된다. 이 병합 작업은 자동병합과 반자동 병합이 가능하다. 이후 표면모델 생성 및 CAD 모델과의 비교를 통한 검증, 신속 시제품화(Rapid Prototyping)를 위한 파일 생성 등 다양한 용도로 활용된다.

따라서 정확한 목적과 결과물 산출을 위하여 Reverse Engineering 활용에 앞서 스캐닝 계획, 용도, 정확도 등 여러 사항들이 고려되어야 하며 다음의 사항들을 반영한 전략적인 접근이 필요하다.

- Reverse Engineering이 필요한 부분에 대한 이유
- 스캐닝 대상에 맞는 스캔 계획(스캔 횟수-Single/multiple)
- 스캐닝 대상의 사이즈 결정(Large/Small)
- 스캐닝 대상의 구성(단순/복잡)
- 스캐닝 대상의 재료(Hard/Soft)

- 스캐닝 대상의 처리(Shiny/Dull)
- 스캐닝 대상의 목표형상 결정(내부/외부, 객체/유기적)
- 정확도 요구사항 파악(선형적/용적 측정)

4. Reverse Engineering Hardware / Software

4.1 Reverse Engineering Hardware

리버스 엔지니어링에서의 데이터 수집은 대상물의 형태와 색정보를 획득하는데서 시작된다. 스테레오 비전, 3D 카메라, 레이저 스캐너 등 다양한 종류의 장비들이 앞서 설명한 데이터를 수집하는데 이용되지만 대부분의 장비들의 원리는 3가지 방식으로 설명할 수 있다. 3가지 방식은 ‘삼각측량방식(triangulation)’, ‘시간차방식(TOF: Time-of Flight)’, ‘위상측정방식(Phase Measurement)’로 각 방식의 특성은 다음과 같다.

위상차 방식은 발신 및 수신 레이저의 위상차를 해석하여 측정이 가능하며 데이터의 획득 속도는 빠르지만 단거리에서만 사용가능하다는 단점을 가지고 있다. 일반적으로 복잡한 대상 목적물에 적합하며 해당 목표물을 단시간 내에 스캐닝한다.

반면 T.O.F 방식은 레이저가 발신되어 수신되는 시간을 해석하여 측정하는 방식으로 토탈 스테이션에 주로 사용된다. 위상차방식에 비해 속도는 느리지만 유효 측정거리가 길어 측량 등 장거리에 주로 사용된다.

삼각 측량 방식은 사출된 레이저를 전자결합소자를 통해 받아들여 내부에 기록되고 빔과 카메라 사이의 길이 계산을 통해 형태를 측정하는 방식이다. 정확도와 해상

표 1. 측정 원리에 따른 레이저 스캐닝 기술의 특성

측정원리	거리(m)	정확도(mm)	측정 속도
위상차방식	< 100	< 10	빠름
TOF 방식	< 1000	< 20	느림
삼각측량방식	< 5	< 1	빠름

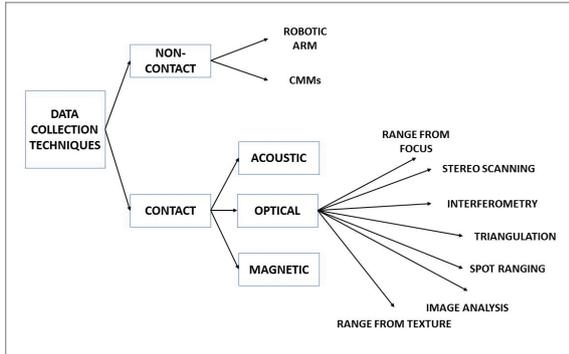


그림 3. 데이터 획득 기술 분류

된다. 접촉 센싱 기술과 비 접촉 기술로 나누어지며, 전체적인 형상 및 빠른 스캐닝이 필요할 때는 비 접촉 기술이 사용되며, 손상부위 부분 스캐닝, 세부적인 스캐닝을 원하고자 할 때 접촉 센싱 기술로 데이터를 획득하게 된다. 그림 3은 데이터 획득 방식을 분류한 예이다.

① 스테레오비전 (표를 간단하게 하고 작게 만들 것)

스테레오 비전의 기본적 원리는 인간의 3차원 영상을 획득하는 원리와 같다. 인간은 두 눈과 뇌에서의 시각피질을 이용하여 입체 공간을 인식할 수 있듯이 이와 유사하게 한 쌍의 카메라로부터 들어오는 영상을 이용하여 관측 공간상의 거리 및 관측 물체의 삼차원 형태를 감지할 수 있다. 그 원리는 한 쪽 카메라의 영상상의 임의의 패턴을 삼차원 공간상의 같은 지점으로 맵핑되는 다른 카메라 영상

력은 높은 반면 건물외관이나 큰 대상물에 대한 측정에는 한계가 있는 방식이다.

제조분야에서는 부품 또는 일정한 크기의 스캐닝을 필요로 하며 데이터 획득 방법은 크게 두 가지 방법으로 나

표 2. 장비 예 - 접촉/비접촉식 스캐너

접촉식	모델						
	장비명	Surveyor DS-3060			WENZEL CMM LH 108		
	테이블크기	914 × 2159			1310 × 2650		
	기계크기	750 × 1500 × 635			2600 × 1875 × 3060		
	한도무게	2955 kg			2250kg		
비접촉식	모델						
	장비명	Leica Scanstation C10	FARO Focus 3D	RIEGL VZ-400	Trimble TX8	Optech ILRIS	Zoller + Frohich IMAGER 5010
	구동방식	Time-of-Flight	Phase difference	Time-of-Flight	Time-of-Flight	Time-of-Flight	Phase difference
	속도	50,000/s	976,000/s	122,000/s	1,000,000/s	10,000/s	1,016,000/s

SPECIAL ISSUE

에서 찾아내는 것이다. 이러한 패턴의 대응관계와 삼각기법을 사용하여 역으로 삼차원 공간상의 위치를 찾아낼 수 있다. 여기서 패턴은 픽셀, 윈도우블록, feature(edge, 궤적) 등 여러 가지를 사용한 방법이 시도되고 있다.

② 레이저스캐너 종류

레이저 스캐너를 데이터 취득 방식에 따라 구분하면 60m 이내의 단거리 측정에 사용되는 위상차(Phase Difference) 측정방식, 수 km까지 측정이 가능한 T.O.F(Time Of Flight) 측정방식이 존재한다.

위상차 방식은 발신 및 수신 레이저의 위상차를 해석하여 측정하는 방식으로 빠른 데이터 획득 속도를 가지고 있으나, 방식의 특성상 단거리에서만 사용가능하다는 단점을 가지고 있다. 일반적으로 복잡한 대상 목적물에 적합하며 해당 목적물을 단시간 내에 스캐닝한다.

반면 T.O.F 방식은 레이저가 발신되어 수신되는 시간을 해석하여 측정하는 방식으로 토탈 스테이션에 주로 사용된다. 위상차방식에 비해 속도는 느리지만 유효 측정거리가 길어 측량 등 장거리에 주로 사용된다.

③ 근거리 레이저 스캐너

근거리 레이저 스캐너는 CMM(Coordinate-measuring machine)로 불리는 장비로 측정기 내부에서 공작물의 치수, 형상을 측정하는 기기이다. CMM은 접촉식과 비접촉식으로 구분된다. 두 가지 방식 모두 대상물의 3차원 좌표 정보가 동시에 측정되는 방식으로 측정점이 많고 복잡한 형상의 물체일수록 보다 뛰어난 효과를 보이며 자유곡면등의 측정도 가능하다.

4.2 Reverse Engineering Software

레이저 스캐너의 종류가 다양한 만큼 관련 소프트웨어 역시 다수가 있으며 관련 기능도 다양하다. 다양한 기능과 소프트웨어는 모든 사용자에게 적합한 소프트웨어는 찾

기 어렵다. 역설계의 사용분야, 규모등 프로젝트의 구체적인 요구에 따라 그에 적합한 소프트웨어를 사용해야한다. 또한 스캐너 제조회사는 산업분야에 최적화된 기능을 포함한 고유의 소프트웨어를 출시하고 있다.

그러나 역설계과정에서 중요한 공통 기능들은 대부분의 소프트웨어가 가지고 있다.

- 시각적 이동/확대/축소
- 포인트 클라우드 개별 편집기능(이동/추가/삭제/노이즈제거 등)
- 포인트를 이용한 거리/면적/각도/부피등의 측정
- 타겟을 기반으로한 자동정합기능
- 반복적인 최근점 포인트 분석 기능을 통한 정합시 오차율 최소화
- 삼각형태의 면생성
- 포인트 클라우드 클러스터를 이용한 최적 라인/면 생성

기존의 포인트 클라우드 소프트웨어의 응용소프트웨어 역시 다양한 분야에서 등장하고 있다. ClearEdge 3D사의 EdgeWise 5.0등은 포인트 클라우드에서 파이프 모델을 자동추출하는 기능을 가지고 있다. 파이프 추출 알고리즘 적용으로, 포인트 클라우드의 밀집도와 형태에 따라 자동 파이프 모델을 생성한다. 또한 건설분야에서는 건물의 구조와 벽체 평면등의 모델생성 기능을 탑재

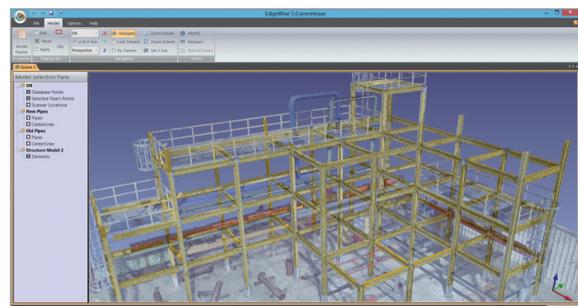


그림 4. EdgeWise 3D를 이용한 배관 모델 추출

표 3. 소프트웨어 비교

	Manufacturer	Data Acquisition		Data Registration based	Modeling	application
		import	export			
RiSCAN PRO	RiEGL	3DD, VTP, DCF, OCT, ASC, SOP, JPG, BMP, TIFF, SDW, LAS, OBJ, STL, PLY, POL	3DD, VTP, DCF, OCT, ASC, SOP, JPG, BMP, TIFF, SDW, LAS, OBJ, STL, PLY, POL	MatchingTarget / Cloud features (cloud-to-cloud)	Meshing	RiMTA TLS / RiMINING
Cyclone	Lieca	ASC, PTZ, COE(from AutoCAD, Microstation via COE data transfer), ZFS, BMP, TIFF, JPEG, PNG	DXF, COE, ASC, PTZ, PTB(binary point lcloud), PTG, BMP, TIFF, JPEG, PNG, CloudWorx-VR.alp	MatchingTarget / Cloud features (cloud-to-cloud)	Meshing	Cyclone Model/Survey
SCENE	FARO	FARO Cloud, ASTM E57, PTZ, POD, PTS, XYZ, DXF	FARO Cloud, E57, PTZ, POD, PTS, XYZ, DXF	Top View based / Cloud features (cloud-to-cloud)	Meshing	Faro SCENE process
Realworks	TRIMBLE	RWP, RAW, JXL, ASC, NEU, TZF, PTX, PTS	KMZ, BSF, PDMS, E57, PCG, LLAS, DGN, TZF, TZS, E57, PTX, PTS	Matching Target	Meshing	Realworks Advanced Model/Plant/Tank
RECAP	AUTODESK	FLS, PTG, PTX, ZFS, RDS	FLS, PTG, PTX, ZFS, RDS	Cloud features (cloud-to-cloud)	Meshing	Auto CAD, REVIT, Maya, 3ds Max, NavisWorks
Polyworks	InnovMetric	DXF, JT, OBJ, PLY, POL, STL, VRML	DXF, JT, OBJ, PLY, POL, STL, VRML	MatchingTarget / Cloud features (cloud-to-cloud)	IMalign	PolyWorks Inspector/Modeler/Talisman

하여 BIM과 통합운용이 가능케 할 수 있다.

5. Reverse Engineering 적용/응용 분야

5.1 건설 분야

건설 분야에서는 Reverse Engineering을 통하여 현재 존재하고 있는 시설물 및 자재의 형상 데이터 획득, 관리, 검측이 가능하여 다양한 분야에서 활용되고 있다. 시공 현황 파악 및 진도관리, 손실된 도면 복원 및 기존의 문서로 보관되던 도면의 데이터화, 시공현장에서의 품질관리, 현장시공 및 증설에 따른 기존시설과의 간섭 확인, 고층빌딩 시공의 수직도 검측, 시공 결과와 설계도면(설계모델)과의 차이점 규명, 건물의 사용에 따른 외부 및 시설물의 변형분석 등 설계, 시공, 유지, 품질관리 등 전 분야에서 사용되어지고 있다.

① 역사적 건물/문화재의 보존 검사

Reverse Engineering의 대표적인 활용 분야로써, 설계(BIM 모델) 자료가 없는 건물의 2D, 3D 정보를 3D 레이저 스캐닝을 통하여 2D CAD모델 및 3D 기하학 모델의 형태로 구축하게 되며, 향후 구축된 정보는 건물의 복원, 재시공 작업의 기초정보로 활용되게 된다.

② 시공/ 품질 관리

현장 시공의 경우 주변 환경의 영향을 받는 경우가 많으며, 도면의 오류를 파악하지 못하여 실제로 재시공이 일어나는 경우가 많이 발생한다. BIM 및 3D 형상정보를 통한 간섭체크 등에 관한 연구 및 실제로 활용되어지고 있기는 하나, 이는 실제로 현장에서 시공이 정확하게 이루어진다는 가정을 전제로 하기 때문에 현장상황과 상이한 경우가 발생한다. 현재 진행된 부분, 시공이 완료된

SPECIAL ISSUE

부분에 대한 스캐닝작업을 통하여 Reverse Engineering 모델을 구축하여, 실제정보(As-Built모델)와 설계정보(모델정보)의 비교를 통한 간섭체크가 이루어질 경우 정확한 비교가 가능해진다.

스캔 데이터와 3D BIM 모델과의 비교를 통하여 시공-시간(진도)관리가 가능하며 3D 설계 모델과 스캔 데이터의 편차 및 원본 설계와 준공 단계의 비교를 통하여 그림 4와 같이 오류를 검출할 수 있다.

또한 부재의 크기가 크고 다양한 부재와 복잡한 구조로 이루어져있는 플랜트 시공의 경우 현장에서 배관연결 작업이 이루어지므로 정확한 계측이 필요하다. 그림 4는 기존 모델과 스캐닝 모델과의 비교를 통하여 현재 시공된 정보(스캐닝 모델)와 이후 진행될 작업(설계 모델)간의 간섭체크를 파악하는 작업을 나타낸 예이다.

최근 건설 분야에서는 시공 재료의 발전과 기술의 발전

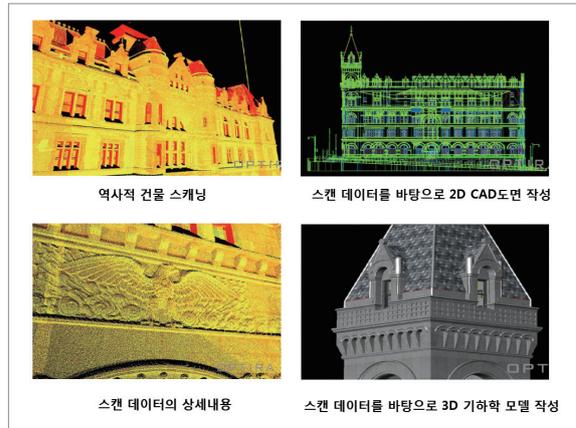


그림 5. 역사적 건물/문화재의 보존 검사 활용 (참고 : Optira Inc.)

을 통하여 다양한 형태의 설계와 시공이 이루어지고 있으며, 복잡한 형태의 자재의 경우 시공의 어려움을 극복하고

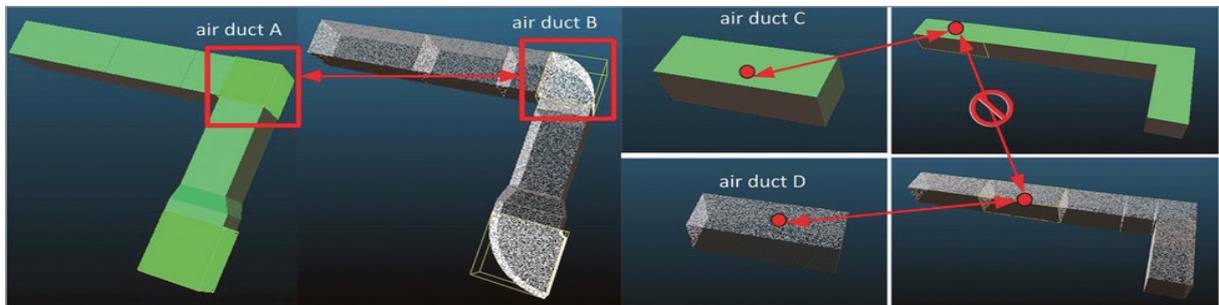


그림 6. 건설공사 품질관리(Air Duct-BIM&Scan data)
(참고 : Efficient and effective quality assessment of as-is building information models and 3D laser-scanned data)

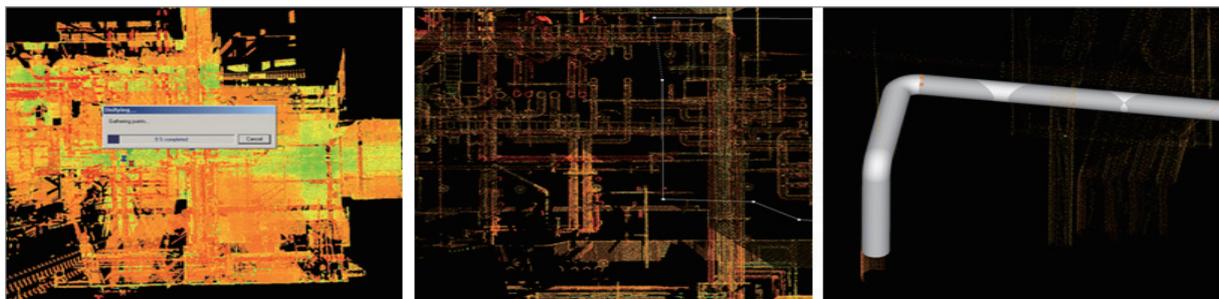


그림 7. 플랜트 설계 및 시공 (참고:www.pointclouds.org)

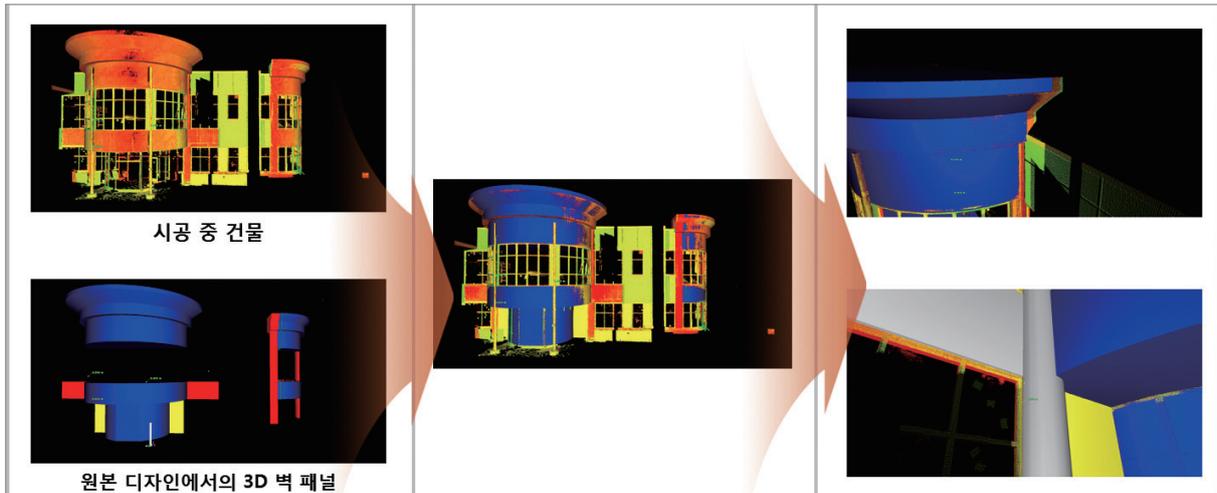


그림 8. 벽 패널 및 품질 보증 설계

공기의 단축을 위해 사전에 선제작하여 현장에서 조립하는 방식을 사용하고 있다. 이러한 자재의 연결 및 조립을 위해서는 시공 허용오차 범위 검측 및 현재까지 진행된 부분과의 연결 및 시공이 가능한지에 대한 판단이 필요하다.

그림 5에서와 같이 3D 벽 패널의 시공 가능성 여부를 검토하기 위하여 시공 중인 건물의 스캐닝 모델(As-Built 모델)을 생성하고 제작도면인 원본 벽 패널 BIM 모델과의 비교를 통하여 간섭체크 및 시공가능성(시공성) 여부를 판단할 수 있다. 시공 전에 이러한 현장정보와의 비교를 통하여 현장현황 정보를 부재 제작에 반영할 수 있으며 이를 통해 제작되어질 부재의 문제가 현장 반송전에 파악되고 이를 통해 적절한 시점에 필요한 변경이 이루어져 재시공 및 재주문을 통한 공기지연 및 공사비 증가를 방지할 수 있다.

③ 토공 및 계측

토공 분야에서는 상세한 현황 데이터보다 3D 모델 작성,

등고선도, 중횡 단면도, 토량 계산 등 개보수 계획에 이용하고 있으며, 홍수, 우수 등 시물레이션 데이터로 효과적으로 활용되고 있다(하천, 댐, 강바닥, 제방 등). 또한 접근이 곤란한 위험 지역의 계측으로 보수 계획용 현황 데이터로 활용하거나 재해 발생 시의 계측 데이터와 비교하여 지형 변화나 손실 토사의 해석 및 복구 대책의 검토 자료로 이용 가능하다.

토목 시설물의 경우 규모가 크고 사람이 계측할 수 없는 부분이 많아 Reverse engineering 계측을 통한 유지관리 및 시공관리가 이루어지는 경우가 많다. Reverse engineering이 적용된 계측 분야는 크게 노면, 터널, 시

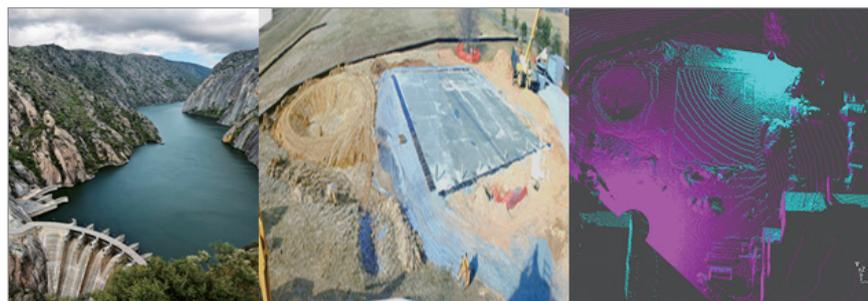


그림 9. 토공분야 활용

SPECIAL ISSUE

설 구조물 부분으로 나눌 수 있다. 노면계측의 경우 노면으로부터 떨어진 장소부터 3D 레이저 스캐너를 사용한 계측을 실시하고, 생성된 데이터는 보다 세세한 매수에 의한 면측 계측이 가능하고, 중형단 데이터를 자유롭게 작성할 수 있다. 터널 계측의 경우 굴착 중인 터널의 시공관리(권압 관리)와 현재 사용 중인 터널의 점검에 활용되며, 구조물 계측의 경우 유지보수용 조사 및 측량, 일반도 작성에 활용된다.

이외에도 그림 8과 같이 시공 전 현장 주변에 대한 환경 현황도 생성을 통하여 가상의 현장 조건을 제공하고 단순 3D 모델이 아닌 현장 환경 및 주변 구조물 정보가 반영된 설계 및 시공계획을 수립할 수 있다. 또한 전체

주변 환경에 대한 2D 사이트 맵(조감도, 배치도) 및 3D 가시용 맵 구축이 가능하다.

5.2 제조업 등 타분야에서의 리버스 엔지니어링 기술의 활용

건설 분야를 제외한 타 분야에서는 Reverse engineering 통하여 자동차, 항공, 의료장비의 제조업과 게임, 애니메이션, 미니어처, 교통사고 조사 등 다양한 분야에서 활발히 이루어지고 있다.

제조분야는 Reverse engineering이 가장 먼저 적용된 분야 중 하나로서, 현재 Reverse engineering 관련 산업의 70% 이상이 제조업에서 적용되고 있다. 제조업에 있어서 주요 용도는 디자인 품평을 거친 시작품에 대한 CAD화 작업, 경쟁사 제품에 대한 CAD 데이터 확보, CAD 데이터가 분실된 제품에 대한 CAD 데이터 복원 등에 주로 사용되고 있다.

또한 고정밀 스캐닝 기술의 향상으로 인하여 제품에 대한 품질 검사 및 금형 검사 분야에도 점차 확산되고 있으며, 실제 모델에서의 손상된 부위를 인지하여 스캐닝 및 데이터 생성과정에서 복원 처리하여 원래 모습의 CAD 모델을 생성하는 기술에 관한 연구 및 개발이 이루어지고 있다.

의료분야의 경우 3D 스캐닝 기술을 이용하여 환자의 얼굴이나 몸체의 형상을 스캔 - 제작 - 맞춤형 생산을 통하여 환자의 신체에 맞는 보철기구, 인공장기, 마스크, 인공 관절 등을 제작하는데 활용하고 있으며, 시술 공법, 가상 수술 및 설계를 통하여 수술 정확도를 향상시키고 환자의 고통을 최소화 할 수 있다. 자동차분야의 경우 부품

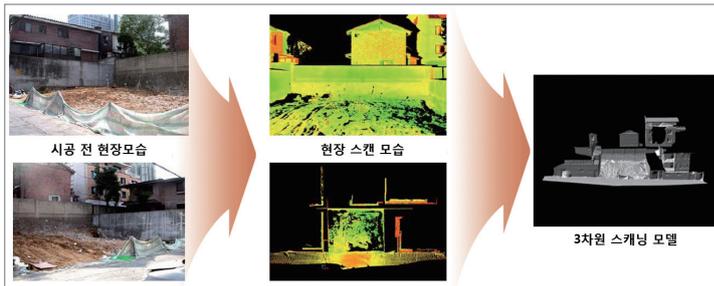


그림 10. 주변 환경 현황도

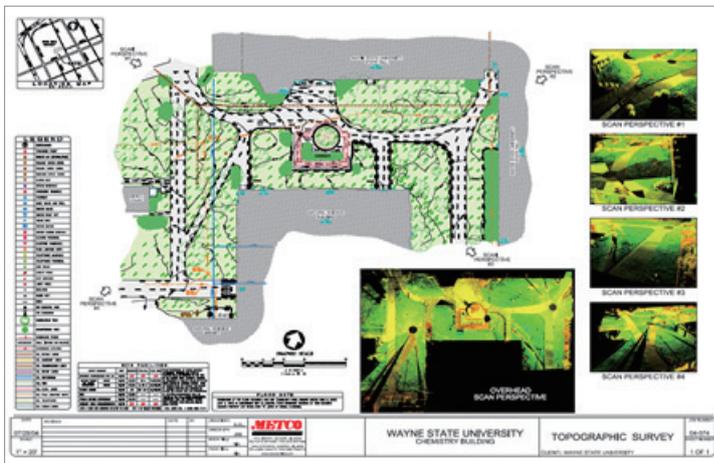


그림 11. 맵핑(참고: Metco Services Inc.)



그림 12. 타분야 활용

에 대한 목업 및 금형설계, CAD 모델 생성 등에 사용하여 복제 작업 시간을 단축하는데 활용하고 있다. 그 외에

도 맞춤형 제작을 필요로 하는 스포츠웨어 특수 제작, 보호 장비 제작 등에 활용되고 있으며, 게임 분야에서는 클

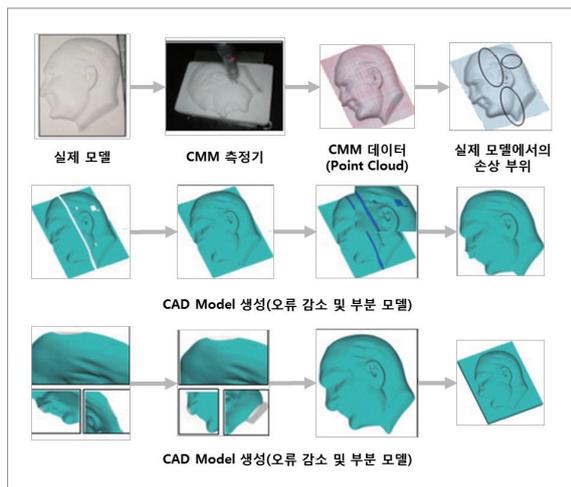


그림 13. Reverse Engineering 3D CAD Model 생성 단계 예1 (제조분야)
참고: Eyup Bagci, Reverse engineering applications for recovery of broken or worn parts and re-manufacture ring: Three case studies

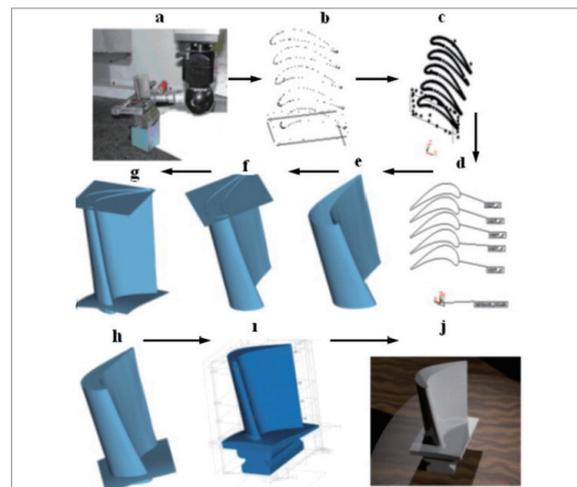


그림 14. Reverse Engineering 3D CAD Model 생성 단계 예2 (제조분야)
참고: Eyup Bagci, Reverse engineering applications for recovery of broken or worn parts and re-manufacture ring: Three case studies

SPECIAL ISSUE

레이 및 목업 모델로부터 고품질 폴리곤 모델 생성, 메쉬 템플릿 생성, CG분야에서는 교통사고 분석 시뮬레이션, 3D 아카이브 등에 활용하고 있다.

결론

건설 분야에서의 리버스 엔지니어링에 대한 요구는 지식정보화 시대에서 필요충분한 사항이며 BIM의 실무적용이 활성화 되면 될수록 리버스 엔지니어링을 통한 분석 및 검증들은 모두 발주처에서 무조건적으로 요구되어지는 사항이 될 것이다.

교육적인 측면에서는 최근 들어서 소프트웨어 교육의 필요성이 국가 전반적으로 제기 되고 있다. 우리의 소프트웨어 교육과 그 기반이 되는 창의적인 아이디어를 낼 수 있는 능력을 함양할 수 있는 교육이 건축토목공학교육에 얼마만큼 차지하고 있는지 고민해보아야 할 것이다. 이에 미래 건축토목공학 분야에서 BIM과 Reverse Engineering을 활용한 설계 및 건설관리 교육은 매우 중요하며 이를 통해 건축토목공학전공 학생들에게 소프트웨어의 중요성을 일깨워줄 수 있을 것이다. 학생들은 이러한 소프트웨어들을 통해 건물이 만들어지고 만들어진 건물을 리모델링하고 사라진 건물을 다시 복원할 수

있는 새로운 세계를 체험할 수 있게 할 수 있을 것이다.

앞으로 건설분야에서의 Field BIM에 대한 요구가 거칠수록 리버스 엔지니어링의 건설분야에서의 활용은 크게 늘어날 것이다. 새로운 센싱 기술들 및 IoT기술들과 융합을 통합 정합기술 개발 및 Prefabrication 기술과의 통합 및 연계기술 개발 등이 향후 리버스 엔지니어링 기술을 통해 풀어야할 미래 과제가 될 것이다. 또한 지능적인 As-built Database 구축을 통한 Facility Management분야에의 활용 또한 미래에 연구가 필요한 분야라고 생각한다. **리**

참고문헌

1. V.Raja외 1명, Reverse Engineering,2007
2. Eyup Bagci, Advances in Engineering Software, Volume 40, Issue 6, June 2009, Pages 407-418
3. 이병훈 외 1명, 3D 스캐닝 데이터를 이용한 단면 형상 가시화 시스템, 대한기계학회 춘추학술대회, 2003
4. Tang, P., Anil, E., Akinci, B., and Huber, D. (2011) Efficient and Effective Quality Assessment of As-Is Building Information Models and 3D Laser-Scanned Data. Computing in Civil Engineering (2011); pp. 486-493.
5. www.pointclouds.org



권순욱 교수

권순욱 교수는

2003년 The University of Texas at Austin에서 건설기술 및 건설관리(Construction Engineering and Project Management)를 전공으로 박사학위를 취득한 후 한국건설기술 기술연구원 건설관리 관리연구부에서 선임연구원으로 근무하며 건설기술관련 연구 및 제도관련 프로젝트를 수행해 온 경험을 가지고 있다. 학위취득 전에는 건설회사의 해외현장 및 본사에서 수년간 근무하며 현장공사업무, 시공관리, 공정관리, 시공/장비계획 수립 업무를 담당하였다. 주요 프로젝트로는 Laser Scanning을 활용한 역설계 및 품질관리, 모바일 장비와 RFID 기술을 이용한 초고층 자재/노무관리 시스템 개발, 첨단센서기술(USN/MEMS)을 이용한 안전모니터링 시스템 개발, 지능형 굴삭시스템 개발, u-City제도 체계 개발, BIM관련 프로세스 표준개발 등이 있으며 국가 건설연구개발사업 전략수립, 첨단융복합 건설기술 전략수립, 초고층시공기술개발 연구기획, IT융복합 전략수립등과 같은 다수의 국가 건설 R&D 전략수립 및 로드맵 기획에 참여했다.