

삼차원 디지털타이저를 이용한 역설계 시스템

최영*, 박진표**

Reverse Engineering System Based on 3D Digitizer

Young Choi*, Jin Pyo Park**

ABSTRACT

Reverse engineering is a technique that helps designers to quickly generate computer interpretable data from existing physical objects. It can be used for generating CAD data from a mechanical part of high precision, or generating computer animation characters from physical mock-ups. We developed a low precision reverse engineering system that is composed of surface/solid generation software and a contact type commercial 3D digitizer. A unique point sampling procedure has been devised to easily form solid topology from the sampled data. It was also shown that STL data for rapid prototyping was successfully generated from the solid.

Key Words : Reverse Engineering (역공학), Rapid Prototyping (쾌속조형), B-Spline (B-스플라인)

1. 서론

제품 개발시 미적 감각이 많이 요구되는 제품 디자인은 대부분 전문 디자이너가 점토나 기타 다루기 쉬운 소재를 수공으로 제작하여 이루어지게 된다. 시작품 제작이 완료된 후 디자인 검증이 뒤따르며 제품이 양산 단계로 연계되기 위하여 CAD 데이터가 필요하다. 하지만 현재 많은 제품 형상이 자유곡면의 복합체로 구성되어 있기 때문에 3차원 CAD 모델링시 상당한 어려움이 뒤따른다. 기존에 3차원 CAD 데이터가 없이 제작된 제품을 개조하여 새로운 제품을 개발하고자 할 때 이와 비슷한 문제가 발생한다. 이에 대응하여 최근 자동차, 가전 전자, 항공 등 거의 모든 제조관련 분야에 걸쳐서 역설계 기술이 널리 사용되고 있다⁽¹⁾. 역설계란 이미 기존에 있는 제품으로부터 3차원 측정을 통하여 측정 데이터를 얻은 후 이

로부터 신속하게 CAD 모델을 생성하는 기술이다^(2,3). 역설계 기술은 신제품의 개발 이외에도 기존에 사용되는 금형이나 제품의 검사 또는 복제, 의료 분야에서는 인공관절 및 치아제작, 수술 준비에 필요한 모형이나 3차원 CAD 모델 생성에도 점차 널리 활용되고 있다. 새롭게 각광을 받는 응용분야인 영상산업에서는 역설계 기술이 애니메이션 캐릭터의 CAD 모델 생성용으로도 활용되고 있다.

본 연구에서 개발한 시스템은 접촉식 데이터 측정방식, 즉 3차원 디지털타이저를 사용하여 3차원 형상을 샘플링하고 그로부터 생성된 점데이터를 곡면/솔리드로 모델링하여 실제 형상에 대한 CAD 모델을 생성하는 역설계(Reverse Engineering) 시스템이다.

2. 데이터 생성 프로세스

* 중앙대학교 기계공학부

** 중앙대학교 기계설계학과 대학원

본 시스템에서의 프로세스는 데이터 샘플링 단계, 곡면/솔리드 생성단계, 곡면간의 연속성 생성 단계, 필요에 따른 트림 곡면 생성 단계, 다른 형식으로의 데이터 변환 단계 등으로 이루어진다. 3차원 모델로부터 얻어낸 샘플링 데이터로부터 B-스플라인 곡면을 생성하고 생성된 곡면들을 조합함으로써 실물에 대한 최종적인 솔리드 데이터를 생성하게 된다⁽⁴⁾.

2.1 데이터 샘플링

3차원 모델로부터 측정 데이터를 얻어내는 단계이다. 본 시스템에서는 보다 빠르고 간편한 곡면 생성과 STL 포맷의 데이터 생성을 위해 샘플링 단계에 몇 가지 조건들을 사용하였다.

2.1.1 모델의 사각패치화

3차원 측정점을 얻어내기 위해 모델을 여러 개의 사각패치(Patch)로 분할한다. 대상 모델을 사각패치화하여 샘플링하면 곡면의 생성이 용이하고, 데이터 변환 시 특히, STL 데이터 생성시에 매개변수 도메인에서 삼각화 작업을 수행할 수 있으므로 STL 데이터 오류 즉, 꼭지점의 중복오류, 예각삼각형 오류 등을 피할 수 있게 된다. 또한 인접패치와의 같은 방향 샘플링 데이터 수를 일치 시킴으로써 인접곡면과의 경계가 완전히 일치하게 된다.

2.1.2 꼭지점, 모서리, 패치 단계의 샘플링

측정데이터의 구조화를 위해 사각패치화로 분할된 모델로부터 꼭지점, 모서리, 패치 단계로 측정점을 얻어낸다. Fig. 1에서처럼 먼저 사각형으로 표시된 꼭지점 6 개를 측정한다. 모서리를 생성하기 위해서 미리 측정된 꼭지점 데이터 2 개와 원으로 표시된 모서리의 내부 점데이터를 생성한다. 최종 패치를 생성하기 위해서는 미리 측정된 모서리 4 개와 삼각형으로 표시된 패치 내부 점데이터를 측정함으로써 모든 데이터를 측정할 수 있다. 이러한 3 단계의 데이터 구조를 통해 데이터를 샘플링하게 되면 솔리드 모델 생성시에 토폴로지 데이터로 활용할 수 있다.

측정 데이터의 구조화를 위해서는 위와 같은 단계의 샘플링 데이터 구조 이외에도 샘플링 데이터에 일정한 순서와 방향이 필요하다. 이 순서를 결정해 주기 위해 패치 당 샘플링 방향을 좌측에

서 우측방향(u 방향)으로, 위에서 아래(v 방향)로 진행하도록 하였다.

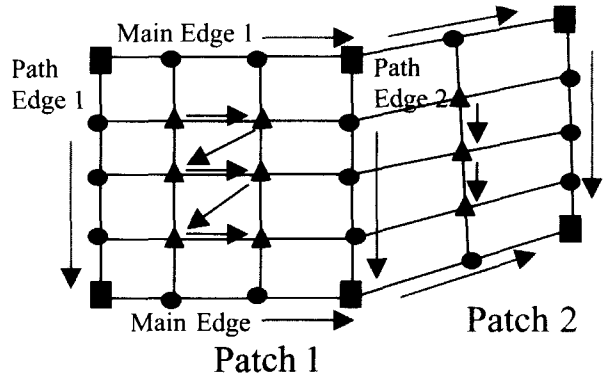


Fig. 1 Procedure of Data Sampling

2.2 곡면 생성

측정기로부터 위치데이터를 샘플링한 후에는 각각의 패치에 해당하는 측정점들을 이용해 B-스플라인 곡면을 생성한다. 기존에 많이 사용되고 있는 매개변수값 할당(Parametrization) 방법을 사용하여 절점값(Knot Parameter)들을 결정하고 그에 따라 측정점들을 보간함으로써 곡면을 생성하게 된다.

2.2.1 매개변수값 할당

각각의 B-스플라인 곡면에 대한 매개변수값 할당 과정을 수행함으로써 각 곡면의 u, v 방향 절점값들을 얻어낸다. 본 시스템에서 사용하는 매개변수값 할당 방법은 현재까지 많이 사용되는 Uniform, Chord-length, Centripetal method 의 세가지 방법을 사용하였다^(5,6). 다음은 각각의 방법에 대한 기본식이다. 여기서 u, v 는 각 방향으로의 매개변수 수를 나타내고 m_u, m_v 는 u 방향, v 방향 측정점의 개수, Q 는 측정점이다.

(a) Uniform method

측정점에 매개변수값 할당 방법 중 가장 간단한 방법이다. u 방향 또는 v 방향 으로의 모든 매개변수값 간격이 같으므로 절점벡터 생성시 그대로 사용 가능하다.

$$u_i = \frac{i}{m_u - 1}, \quad 0 \leq i \leq m_u - 1$$

$$v_j = \frac{j}{m_v - 1}, \quad 0 \leq j \leq m_v - 1$$

$$\bar{u}_i = \frac{1}{m_v} \sum_{j=0}^{m_v-1} u_{ij}, \quad 0 \leq i \leq m_u - 1$$

$$\bar{v}_i = \frac{1}{m_u} \sum_{j=0}^{m_u-1} v_{ji}, \quad 0 \leq i \leq m_v - 1$$

이 방법은 측정점들의 분포를 고려하지 않으므로 측정점들의 분포가 불균일한 경우에는 다음의 두가지 방법을 사용함으로써 더욱 양질의 곡면 데이터를 얻을 수 있다.

(b) Chord-Length method

$$u_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^i \|\mathcal{Q}_{l,j} - \mathcal{Q}_{l-1,j}\|}{\sum_{l=1}^{m_u-1} \|\mathcal{Q}_{l,j} - \mathcal{Q}_{l-1,j}\|}, \quad 1 \leq i \leq m_u - 1; \quad 0 \leq j \leq m_v - 1$$

$$u_{0j} = 0.0, \quad j = 0, 1, \dots, m_v - 1$$

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^j \|\mathcal{Q}_{i,l} - \mathcal{Q}_{i,l-1}\|}{\sum_{l=1}^{m_v-1} \|\mathcal{Q}_{i,l} - \mathcal{Q}_{i,l-1}\|}, \quad 0 \leq i \leq m_u - 1; \quad 1 \leq j \leq m_v - 1$$

$$v_{i0} = 0.0, \quad i = 0, 1, \dots, m_u - 1$$

(c) Centripetal method

$$u_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^i \|\mathcal{Q}_{l,j} - \mathcal{Q}_{l-1,j}\|^{1/2}}{\sum_{l=1}^{m_u-1} \|\mathcal{Q}_{l,j} - \mathcal{Q}_{l-1,j}\|^{1/2}}, \quad 1 \leq i \leq m_u - 1; \quad 0 \leq j \leq m_v - 1$$

$$u_{0j} = 0.0, \quad j = 0, 1, \dots, m_v - 1$$

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^j \|\mathcal{Q}_{i,l} - \mathcal{Q}_{i,l-1}\|^{1/2}}{\sum_{l=1}^{m_v-1} \|\mathcal{Q}_{i,l} - \mathcal{Q}_{i,l-1}\|^{1/2}}, \quad 0 \leq i \leq m_u - 1; \quad 1 \leq j \leq m_v - 1$$

$$v_{i0} = 0.0, \quad i = 0, 1, \dots, m_u - 1$$

2.2.2 절점값의 평균화

모든 샘플링 점에 대한 매개변수값을 얻어낸 후에는 다음과 같이 각 방향으로의 매개변수값을 평균화 단일화 된 절점값을 얻어내야 한다.

2.2.3 곡면 연결 경로 설정

각각의 곡면에 대해 절점값들을 계산한 후에 곡면 연결 경로를 생성하게 된다. (단 Uniform Method 를 사용하였을 경우엔 인접 곡면간의 절점값이 모두 일치하므로 이 과정이 필요치 않다.)

곡면의 질을 향상시키기 위해서는 Uniform method 보다 다른 두가지의 방법이 더 효과적이다. 하지만 이들 방법을 사용해 곡면을 생성하면 곡면간의 경계에 위치하는 측정점에서 절점값의 불일치가 생기므로 곡면간에 틈새 또는 겹침 등의 현상이 나타나게 된다. 이를 해결하기 위해 인접 곡면 경계의 측정점에서 절점값을 일치시킨다.

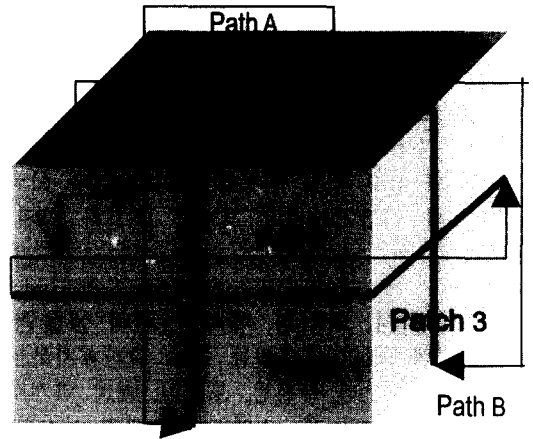


Fig. 2 Determination of Surface Connection Path

또한 위에서 언급한 대로 본 시스템에서는 STL 데이터 생성 시, 매개변수 도메인 상에서 삼각화 작업을 수행하게 되므로 삼각형 데이터를 오류 없이 정확히 생성하기 위해서는 곡면 경계의 측정점에서 절점값을 일치시켜야 한다. 곡면 경계의 측정점에서 절점값을 일치시키기 위해 먼저 고려해야 할 일이 전체 곡면들 중 절점값을 일치시켜야 하는 곡면들의 연결 경로를 찾아내는 과정이다. 연결 경로를 생성하기 위해 샘플링 작업시에 얻어진 토폴로지 정보를 이용해 하나의 에지를 기

준으로 그 에지를 포함하는 곡면의 반대편 에지를 찾아내고 다시 그 에지를 포함한 곡면을 찾아내는 절차를 반복함으로써 연결 경로를 찾아낸다. 예를 들어 Fig. 2 와 같이 모델을 여섯 개의 패치로 나누어 모델링할 경우, 모두 3 개(Path A, B, C)의 연결 경로가 생성된다.

2.2.4 연결 경로에 해당하는 절점값의 단일화

연결 경로를 모두 찾아낸 후에 각각의 경로에 해당하는 곡면들의 절점값들의 평균치를 구해서 그 경로에 해당하는 곡면들의 새로운 절점값으로 사용한다. 이렇게 새로 생성된 절점값을 가지고 보간작업을 수행하게 되면 Chord-length method 나 Centripetal method 를 사용한 경우에도 인접곡면에서의 경계곡선이 정확히 일치하게 된다.

2.2.5 보간

구해진 절점값을 이용해 절점 벡터를 얻어낸다. 절점 벡터는 절점값들을 이용해 다음과 같은 식으로부터 얻어낼 수 있다. 각 식에서 p 는 곡면의 차수를 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 u_0 &= \dots = u_p = 0 \\
 u_{m_u} &= \dots = u_{m_u+p} = 1 \\
 u_{j+p} &= \frac{1}{p} \sum_{i=j}^{j+p-1} u_i, \quad j = 1, \dots, m_u - p - 1 \\
 v_0 &= \dots = v_p = 0 \\
 v_{m_v} &= \dots = v_{m_v+p} = 1 \\
 v_{j+p} &= \frac{1}{p} \sum_{i=j}^{j+p-1} v_i, \quad j = 1, \dots, m_v - p - 1
 \end{aligned} \tag{5}$$

얻어낸 절점벡터, 샘플링점과 식(6)의 B-스플라인 곡면식을 사용하여 얻어진 선형방정식으로 조정점을 구해냄으로써 곡면생성이 완료된다.

$$\begin{aligned}
 Q_{k,l} &= S(\bar{u}_k, \bar{v}_l) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,p}(\bar{u}_k) N_{j,q}(\bar{v}_l) P_{i,j} \\
 k &= 0 \sim m_u - 1 \quad l = 0 \sim m_v - 1
 \end{aligned} \tag{6}$$

위와 같은 단계의 과정을 거치고 나면 B-스플라인 곡면만으로 이루어진 솔리드 데이터를 얻을 수 있게 된다. 이렇게 해서 얻어진 데이터는 인접 곡면과의 경계에서 정확히 일치하게 된다.

2.3 G1 연속성

곡면 생성 단계를 마치고 나면 임의로 분할한 곡면간의 경계에 연속성을 부여할 수 있다. 이를 위해 본 시스템에서는 인접 곡면간에 G1 연속성 조건을 부여하고 이를 이용해 곡면을 재생성하는 방식을 사용하였다.

2.3.1 곡선 양단의 1차 미분 조건⁽⁵⁾

다음은 1차 미분 조건이 곡선의 양쪽 끝에 부가되었을 경우의 기본식이다.

$$Q_k = C(\bar{u}_k) = \sum_{i=0}^{n+2} N_{i,p}(\bar{u}_k) P_i, \quad k = 0 \sim n \tag{7}$$

이 경우 샘플링 점의 수는 $n+1$ 개이지만 필요한 조정점(P)의 수는 $n+3$ 개이다. 그러므로 선형 방정식을 통해 조정점을 구해내려면 다음과 같은 2개의 식이 더 필요하다.

$$\begin{aligned}
 -P_0 + P_1 &= \frac{u_{p+1}}{p} D_0 \quad (D_0 = C'(0)) \\
 -P_{n+1} + P_{n+2} &= \frac{1-u_{m-p+1}}{p} D_n \quad (D_n = C'(1))
 \end{aligned} \tag{8}$$

위의 두 식으로부터 총 $n+3$ 개의 선형 방정식을 유도할 수 있다. 이러한 기본식을 적용하기 위해서는 새로운 절점 벡터가 필요하다. 새로운 절점벡터는 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned}
 u_0 &= \dots = u_p = 0 & u_{m-p} &= \dots = u_p = 1 \\
 u_{j+p+1} &= \frac{1}{p} \sum_{i=j}^{j+p-1} u_i & j &= 0, \dots, n-p-1
 \end{aligned} \tag{9}$$

식(7)과 (8)의 선형 방정식과 식(9)의 절점벡터로부터 곡선의 끝에 1차미분 조건이 부여된 곡선을 얻어낼 수 있다.

2.3.2 곡면간 1차 미분 연속 조건

곡면의 경우에는 식(4)에서 계산한 절점값으로부터 식(5)에 의해 양방향(u, v) 절점벡터를 구해낸 다음 곡선의 경우를 확장해 최종곡면을 얻어내게 된다. 샘플링 데이터 세트로부터 u 방향 1차 미분 조건을 가진 곡선 보간을 모두 행한 후에 얻어낸 조정점들을 다시 v 방향으로 보간을 행함으로써 최종 조정점들을 얻어낼 수 있다.

2.3.3 인접 곡면간의 연속성

인접곡면 간에 연속성을 부여하기 위해서는 먼저 사용자에게 의해 선택된 에지에서 적용될 미분벡터들을 얻어내야 한다. 다음은 에지에서의 미분벡터 생성 단계이다.

- (a) 에지를 포함하는 두개의 곡면을 찾아낸다.
- (b) 에지의 법선 방향 샘플링 점을 에지 샘플링 점 좌우 곡면에서 1개씩 찾아낸다.
- (c) 찾아낸 3개의 샘플링 점을 2차의 B-스플라인 곡선으로 보간한다.
- (d) 각각의 곡선에서 에지 샘플링 점에 해당하는 절점값을 이용해 1차 미분값을 계산한다.

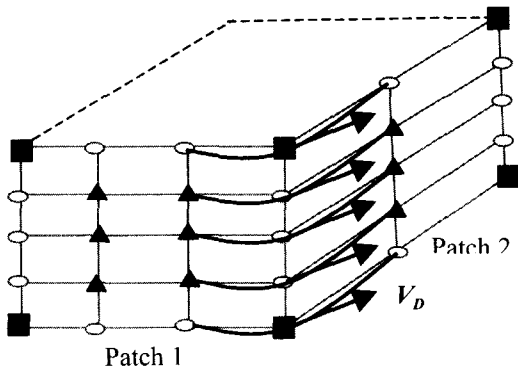
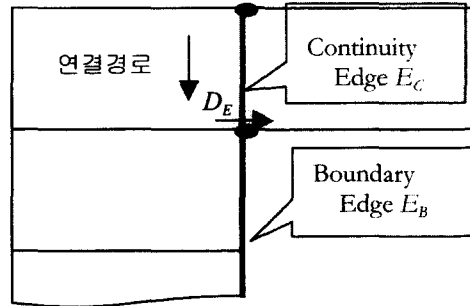


Fig. 3 Generation of Derivative Vector at Selected Edge

위와 같은 과정을 거치고 나면 Fig.3에서의 V_D 와 같은 선택된 에지에서의 미분 벡터들을 얻어낼 수 있다. 이 과정까지 거치고 난 후 보간 과정을 수행하면 Fig. 4에서의 선택된 곡면 A, B와 C, D와 같은 나머지 곡면들간의 경계에서 조정점 개수와 절점 벡터가 달라지게 되므로 경계에서의 불일치가 생기게 된다. 이를 해결하기 위해 한 가지 더 고려해야 할 사항은 위에서 설명한 연결 경로

에 따라 선택된 곡면과 다른 연결 경로 방향으로 인접한 곡면에 대한 미분 벡터를 다음과 같이 재조정해야 한다.



● : 곡면 경계에서의 일치가 필요한 Derivative 값

Fig. 4 Generation of Derivative Vector from Surface Connection Path

다음은 그 과정이다.

- (a) 선택된 에지 방향과 일치하는 연결 경로를 찾아낸다.
- (b) 연결 경로에 해당하는 곡면들을 찾아낸다.
- (c) 찾아낸 곡면에서 절점 경로의 방향의 법선 방향으로 곡면에 대한 1차 미분을 수행한다.

여기서 주의할 점은 Fig. 4와 같이 경로에 따른 나머지 곡면 경계에서의 미분 벡터 재조정시에 선택된 에지 E_C 의 끝점에 해당하는 미분벡터와 그 끝점을 포함하는 인접 곡면 C의 에지 E_B 간의 공유점에서 미분 벡터값을 D_E 로 일치 시켜야 한다는 것이다. 이를 고려하지 않으면 최종 곡면 생성시에 끝점에서의 곡면간의 벌어짐이나 겹침 등의 현상이 나타나게 된다.

마지막으로 고려해야 할 사항은 여러 개의 곡면이 만나는 꼭지점이다. Fig. 5.에서의 (a)경우와 같이 3 개의 면이 만나는 곳에서 G1 연속성을 위해 에지 E_A 를 선택했을 경우에 필요한 곡선은 C_A 가 되고 그때의 미분벡터는 D_A 가 된다. 그 후에 에지 E_B 를 선택했을 경우의 미분벡터는 D_B 가 된다. 따라서 본 시스템에서는 두벡터의 평균인 D_{RESULT} 를 C_A 와 C_B 에 공통으로 사용함으로써 꼭지점 근방에서도 인접 곡면간의 경계가 일치하도록

하였다. 물론 이 경우엔 선택된 에지를 포함하는 곡면들이 꼭지점을 중심으로 하는 한 개의 측정점 구간에서 G1 연속성을 만족시키지 못하게 된다.

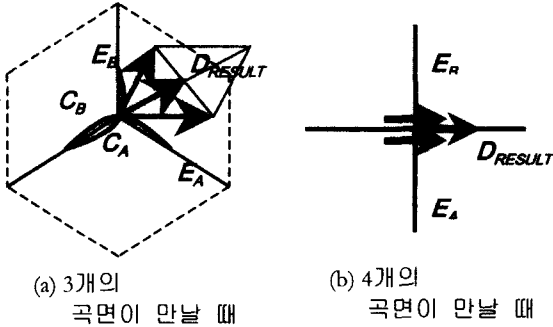


Fig. 5 Generation of Derivative Vector at Vertex

이러한 문제를 해결하기 위해서는 코너에서 새로운 곡면을 생성한다던가 하는 다른 방법을 택해야 하지만 본 시스템에서는 일단 이점은 배제하였다. Fig. 5에서의 (b)는 4개의 면이 하나의 꼭지점에서 만나는 경우이다. 이러한 경우엔 두개의 미분 벡터(D_A , D_B)가 정확히 일치하므로 꼭지점에서 만나는 모든 곡면이 G1 연속성을 가지도록 할 수 있다.

2.4 부분적 상세 샘플링

생성된 곡면이 형상 변화를 제대로 반영하지 못했을 경우나 또는 전반적인 형상을 적은 양의 샘플링 데이터로 곡면을 생성하고 형상변화가 심한 특정부분만 다시 샘플링하여 곡면을 생성하려는 경우에 트림 곡면을 사용함으로써 이를 해결할 수 있다. 본 시스템에서는 이를 위해 세부 샘플링이 필요한 곡면을 선택하고 그 곡면에 대한 세부 샘플링을 하여 곡면 내부에 새로운 곡면을 첨가함으로써 최종 형상에 대한 질을 향상시키고자 하였다.

트리밍 경계설정을 위해 본 시스템에서는 외부 곡면을 생성하기 위해 사용된 샘플링 점들 중에서 2개의 점 데이터(Left Top, Right Bottom)를 선택하도록 하였다. 이로써 트리밍 경계 뿐만 아니라 내부 곡면을 위한 절점벡터의 범위가 결정되게 된다. 트리밍 경계 설정이 끝나면 사용자는 디지털이저로부터 내부 곡면을 위한 점데이터를 샘플링하게 된다. 이렇게 생성된 점데이터들에 트리밍 경계에

서 추출한 점데이터를 조합하여 만든 데이터로 최종 내부 곡면을 생성하게 된다.

2.5 데이터 변환

본 시스템에서는 RP 산업의 실질적인 표준인 STL 데이터와 제품 데이터의 세계적인 표준으로 자리잡아 가고 있는 STEP 데이터 두 가지의 변환을 허용한다.

2.5.1 STL 데이터 변환

STL 데이터를 위한 삼각형 절점은 매개변수 도메인 상에서 곡면들의 절점 경로 방향으로 같은 수, 같은 절점값을 갖도록 한다. 또한 인접 곡면간의 꼭지점과 에지에 해당하는 절점을 중복해서 생성하지 않도록 한번씩만 생성한다. 이렇게 생성한 절점 데이터들은 곡면간의 경계에서의 삼각형의 꼭지점 중복이나 누락 등의 오류(7)가 없는 데이터 생성이 가능하다.

2.5.2 STEP 데이터 변환

STEP 데이터로의 변환은 두 가지 다른 형식을 허용한다. 첫째로 모든 곡면을 NURBS 곡면단위로 변환하고 두번째 형식은 생성된 데이터를 솔리드 형식의 STEP 데이터로 변환한다. 이러한 데이터 변환으로써 STEP 데이터 형식을 지원하는 타 CAD 시스템과의 데이터 호환이 가능하다.

3. 시스템 실행 예

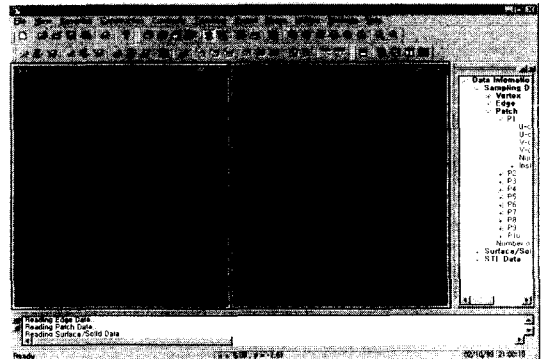


Fig. 6 Sampled Data

모델링 작업은 사용자가 디지털이저를 이용하여 모델의 샘플링 데이터를 읽어들이으로써 시작

된다. 샘플링 데이터 입력은 벡텍스, 에지, 패치의 단계로 행해진다. Fig. 6 은 시스템에 모델의 모든 샘플링 데이터를 입력했을 때의 모습이다.

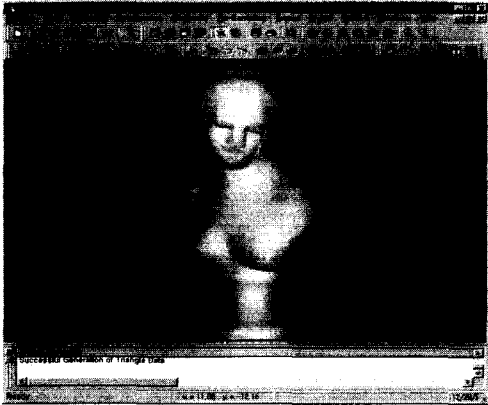


Fig. 7 Generation of Surface/Solid Model

곡면 생성을 마친 다음 사용자가 원할 경우, 곡면간의 경계에 G1 연속성 조건을 줄 수 있다. 사용자가 연속성 조건이 필요한 에지를 선택하고 그에 따른 곡면 재생성을 하면 Fig.7 과 같이 선택된 에지를 포함하는 곡면간의 G1 연속성이 만족되게 된다. 사용자는 필요에 따라 Fig. 6 과 같이 특정 곡면 내부를 좀 더 세밀하게 샘플링하여 내부 곡면을 재생성하여 전체적인 형상데이터의 질을 향상시킬 수 있다.

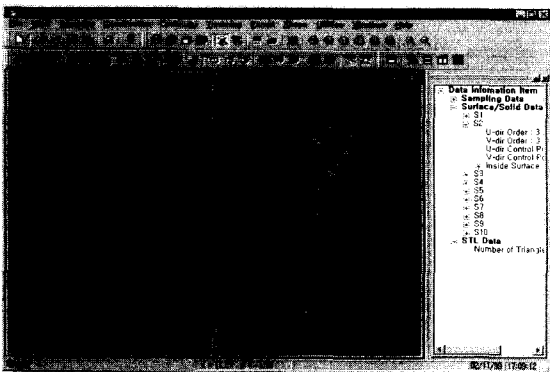


Fig. 8 STL Data Generation

모든 데이터의 생성이 완료되면 STL 형식과 STEP 형식 두 가지의 데이터 변환이 가능하다. STL 데이터 생성의 경우 다이얼로그 박스에서

STL 데이터 생성을 위한 레벨 즉, STL 데이터의 격자수를 결정해 주기위한 옵션을 입력하면 시스템 내부적으로 절점을 찾아내어 삼각형과 그에 따른 법선 벡터를 계산하고 STL 데이터를 생성하게 된다. Fig. 8 은 STL 데이터를 생성하여 와이어프레임으로 그려준 모습이다.



Fig. 9 Original Model and Duplicated RP Part

STL 데이터를 생성한 후에 메뉴의 파일 출력을 통해 STL 데이터 파일을 얻어낼 수 있다. Fig.9 는 실제 모델(오른쪽)과 본 시스템으로 생성한 STL 데이터를 사용해 RP 기계로 만든 RP 복제파트(왼쪽)의 모습이다.

4. 결론

최근 산업의 여러 분야에 있어 널리 사용되는 역설계 기술을 이용하여 실제 모델의 CAD 데이터를 생성하는 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 연속성 만족 기능과 트리밍 기능도 가지고 있으므로 좀 더 실제 모델에 가까운 모델링이 가능하다. 시스템의 데이터 샘플링 장치로 정밀도 및 해상도가 높지 않은 접촉식 장치를 사용하므로 정밀도가 크게 필요치 않는 응용분야에 적합하다.

추후 연구 내용으로써 첫째, 삼각화 작업에 있어 곡률의 개념을 도입하여 STL 데이터를 최적화하는 것이다. 둘째, 일반적으로 샘플링 대상이 되는 모델들이 한번의 쉘업에 의해 필요한 모든 데이터를 샘플링 하기에 힘든 자유로운 형상을 가지고 있다. 이러한 경우에 모델의 쉘업을 변화시켜 측정하고 최소 세개의 측정값을 이용하여 쉘업간의 상대변환을 구해 완전한 데이터를 생성하는 방법에 대한 구현이 필요하다. 셋째, 자유곡면으로

이루어진 모델내에 구멍이나 슬롯, 스텝 등의 기계가공 특징형상을 가지고 있는 경우에 그러한 특징형상을 기반으로 하는 측정 및 모델링 기술 개발이 필요하다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 '98 핵심전문연구과제 (981-1008-054-2)의 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

1. 송용역, 노경환, 박태권, 김무중, "Reverse Engineering 을 위한 3 차원 측정 데이터의 곡면 모델링," 월간캐드캠, pp. 156 - 159, 1998.4
2. Wood, K.L. and Otto, K.N., "A Reverse Engineering Design Methodology," <http://shimano.me.utexas.edu/papers/reverse/>
3. 최병규, "형상역공학을 위한 정밀모델링 기술의 현황," 쾌속시작기술연구회 98 년도 춘계 학술대회, pp. 80 - 85, 1998.
4. 최영, 박진표, "RP 데이터 생성을 위한 역설계 시스템," 한국정밀공학회 98 년도 춘계 학술논문집, pp. 566 - 569, 1998.
5. Piegl, L. and Tiller, W., "The NURBS Book," Springer, 1995.
6. Ma, W. and Kruth, J.P., "Parameterization of randomly measured points for least squares fitting of B-spline curves and surfaces," Computer-Aided Design, Vol.27, No.9, pp.663-675, 1995.
7. 채희창, 황동기, "삼각형기반 형상모델러를 이용한 STL 의 검증," 한국정밀공학회 96 년도 춘계학술논문집, pp. 578 - 582, 1996 .