

フォースディスプレイとネットワークを用いた自由曲面形状モデル承認システム

北海道大学大学院工学研究科 ○水野陽太 金井理 岸浪建史 東工大 高橋 秀智

要 旨

遠隔地の技術者同士が自由曲面形状のデジタルデータだけを交換することによって、曲面形状の承認が行えるシステムが必要となりつつある。本報では、この目的のために物理モデルの代用となる、曲面モデルに接触可能なフォースディスプレイを開発するとともに、曲面モデル上の注目領域をフォースディスプレイで指示し、このデータをネットワークを通じてリアルタイムに交換することで、遠隔地でも効率的に曲面形状の承認が可能なシステムを開発したので報告する。

1. 緒言

自由曲面形状モデルを対象とした承認とは、意匠設計者と型製造者が形状モデルの引き渡しの際に、意匠性や型製造性の観点から曲面形状をチェックし、その引き渡しに両者が合意する作業のことをいう。現在行われている承認手法は、図1のように(a)物理モデルを作成し、承認当事者が一堂に会して質疑応答を行う手法と(b)自由曲面形状のデジタルデータのみ交換に基づいた手法の2つに分類される。

しかしながらこれらの承認手法は以下の様な問題点を有している。

- (a) 物理モデル作成に基づいた手法では、物理モデルを用いるので形状を把握しやすく、承認当事者同士が同一場所で質疑応答できることから承認作業は効率的に行える。しかし人の移動、物理モデルの作成には費用と時間がかかる。
- (b) 自由曲面形状モデルのデジタルデータの交換に基づいた手法では、曲面形状をCRTのみで正確に把握することは困難であり、承認作業同士が曲面モデル上の注目領域をリアルタイムに相手に伝えることが困難である。したがって、物理モデルの交換に基づく手法に比べ承認作業を効率的に行うことが困難である。しかし物理モデルの作成や人の移動のための時間・費用を削減できるという利点がある。

そこで本研究では、図2に示すようなフォースディスプレイとネットワークを用いた自由曲面形状モデル承認システムを提案する。具体的には以下の2点について報告する。

- 1) 自由曲面形状モデルのデジタルデータとの接触感覚を人工的に合成することにより、曲面形状をトレース可能なフォースディスプレイを新たに開発する。
- 2) フォースディスプレイを用いてデジタルデータ上の局所的な領域を、ネットワークを通じてリアルタイムに交換し、CRT上に領域を正確に表示する機能を開発する。

2. システムの概要

図3はシステムの概要構成である。システムは、遠隔地にある2つの遠隔承認サブシステムで構成されている。遠隔承認サブシステム同士は、インターネットとISDN回線で接続されている。

また個々の遠隔承認サブシステムは、フォースディス

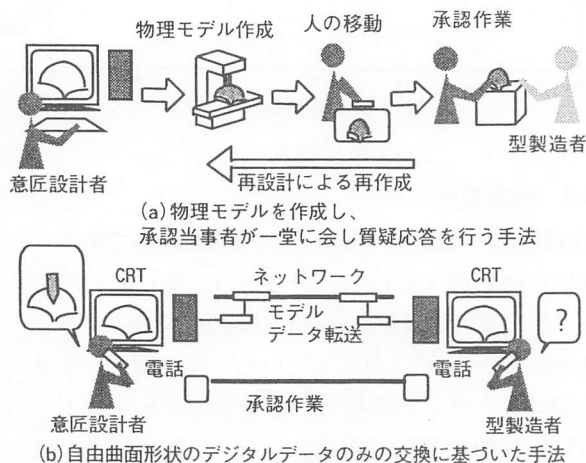


図1 自由曲面形状モデル承認時の従来手法

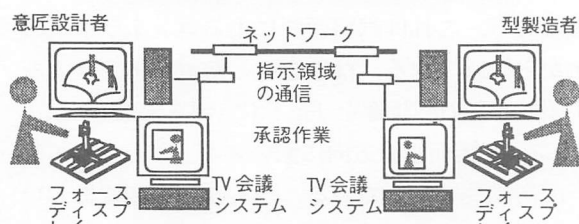


図2 本研究で提案する承認手法

プレイ制御システムと通信制御システムからなる。この2つのシステムはLANによって接続されている。

フォースディスプレイ制御システムは、操作者が直接操作するフォースディスプレイと、それを制御するソフトウェアからなる。操作者が、フォースディスプレイを通じて仮想空間内のプローブ(仮想プローブ)を操作するとソフトウェアが予め保存されている曲面モデルと干渉チェックを行う。曲面モデルと仮想プローブとの干渉がある場合には、サーボモータの力制御が行われ、操作者はフォースディスプレイを通じて曲面モデルからの反力を感じ、またモデル表面を正確にトレースすることができる。

通信制御システムは、ネットワークでサブシステム同士のプローブ位置を交換したり、曲面モデルやプローブを表示する機能がある。

3. フォースディスプレイ制御システム

フォースディスプレイ フォースディスプレイは、x、y、z軸方向の3台のリニアサーボモータで構成されている。(図4)リニアサーボモータの基本性能を表1に示す。z軸方向のリニアサーボモータに取り付けられ

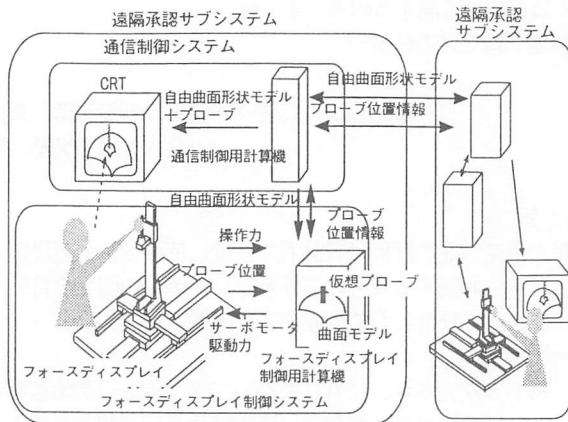


図3 システム概要図

表1 リニアサーボモータの性能

	最大推力	最大速度	ストローク
X軸	196N	600mm/s	320mm
Y軸	396N	600mm/s	600mm
Z軸	49N	600mm/s	310mm

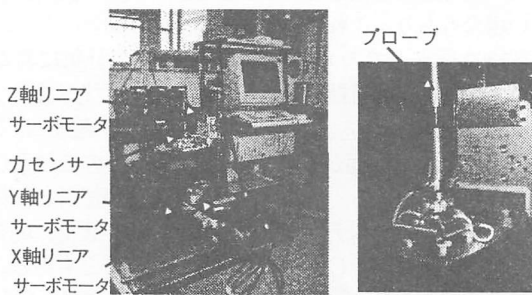


図4 遠隔承認サブシステム

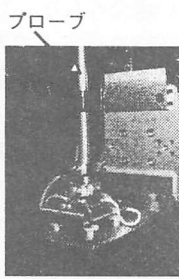


図5 カセンサ

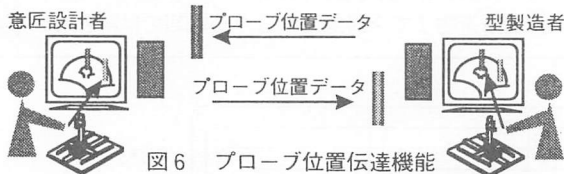


図6 プローブ位置伝達機能

た力センサーを介して、プローブが設置してあり(図5)、このプローブにかかる操作力が検出される。

フォースディスプレイ制御ソフトウェア フォースディスプレイを通して入力された操作力とプローブ位置から仮想プローブの位置を予測し、予め保存されてある曲面モデルと仮想プローブの干渉チェックおよび曲面からの反力計算を行い、その結果からサーボモータ駆動力の制御を行う。なお制御方法の詳細は文献[1]に示されている。

4. 通信制御システム

通信制御システムは、以下の2つの機能を果たす。

- (1) ネットワークを通じてサブシステム同士のプローブ位置データを交換する。
 - (2) 自由曲面形状モデルとプローブの表示を行う
- 通信制御システムは上の2つの役割を果たすことで以下の様な承認時に有効な機能を提供する。

- (1) 相手側のサブシステムのプローブ位置を自分のシステム上で同時に表示する。
- (2) 一方のサブシステムでプローブによりなされた曲

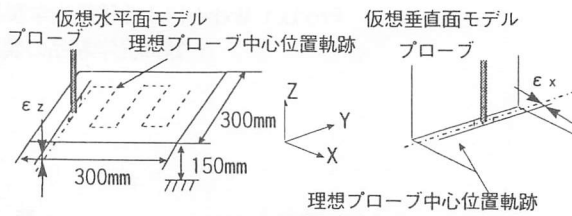


図7 実験手法

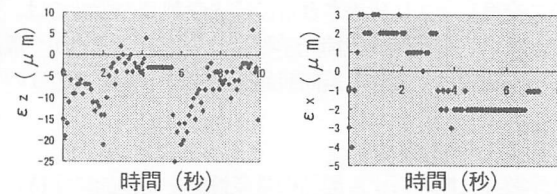


図8 実験結果

面上の領域境界線を相手システムに伝送し、表示することで承認対象領域を正確に伝達できる(図6)。

5. 本システムの基本性能検証実験

図4の装置を用いてフォースディスプレイ単体での基本性能の確認のために、単純形状モデル上のトレース精度を検証した。図7の様に、仮想水平面モデルと仮想垂直面モデルについて、プローブでトレースした時の実験により得られたプローブ中心位置と、理想的なプローブの中心位置の位置誤差について測定した。

実験結果を図8に示す。仮想水平面モデルをトレースした場合、誤差範囲は30 μm以内であり、誤差の平均値は、-7 μmであった。仮想垂直面モデルの場合、誤差範囲は、7 μm以内であり、誤差の平均値は、-0.3 μmであった。この結果から開発されたフォースディスプレイ制御システムが、精度良く形状モデルをトレース可能であることを検証できた。

6. 結言

デジタルデータのみに基づいて、自由曲面形状モデルの承認作業を遠隔地で行うため、フォースディスプレイとネットワークを用いた自由曲面形状承認システムを開発し、以下の結論を得た。

- (1) 遠隔地における自由曲面形状モデル承認のために、曲面形状モデルのトレース機能、注目領域を曲面上で正確にリアルタイムに伝達、確認できる機能を持つシステムを提案した。
- (2) 実験より、フォースディスプレイの単体としての曲面形状のトレース精度は、承認作業に十分であり、フォースディスプレイが物理モデルの代用となりえることを確認した。

今後の課題として曲面形状のトレース精度の検証実験も行う予定である。

参考文献

- [1] 高橋 秀智、金井 理：“自由曲面用NCプログラミングのための人工現実感システムの研究”、精密工学会誌、No. 1, vol. 62(1996)