

【研究室紹介】



研究室紹介

●研究室紹介●

東京大学
大学院工学系研究科
産業機械工学専攻

村上研究室

村上 存

1. はじめに

東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻は、設計、生産、医療・福祉、ナノテクノロジー、高度交通システムなどの分野を対象とし、基礎的研究から産業応用までを研究・教育することを目的としている。

その中で設計工学研究室は、人工物を創造する「設計」という思考プロセスを分析、解析し、それによって得られた科学的、工学的知見に基づいて、人間の設計/デザ

イン活動を支援する新しい理論、方法、技術を研究、開発することを目指している。

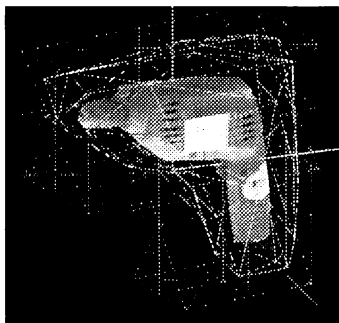
本研究室の現在の研究テーマのうち、バーチャルとリアルとの橋渡しをする研究内容について以下に紹介する。

2. 研究紹介

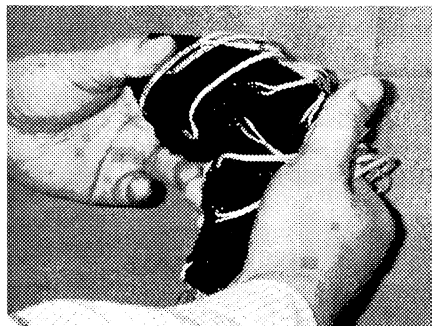
2.1 直観的3次元形状変形インタフェース

本研究室では、弾性体の入力装置に素手で変形を加えることにより、コンピュータ内の形状モデルに同様の変形を適用する直観的3次元形状変形インタフェースDO-IT (Deformable Object as Input Tool) を提案している。このアプローチでは、曲げ、ねじり、絞りなどの3次元変形を直接入力可能であり、またコンピュータ内の形状モデルに基づく反力計算処理や反力発生機構を用いずに、変形操作の種類や大きさに対応した手応え(弾性体の受動的な反力)を得られるという特徴がある。

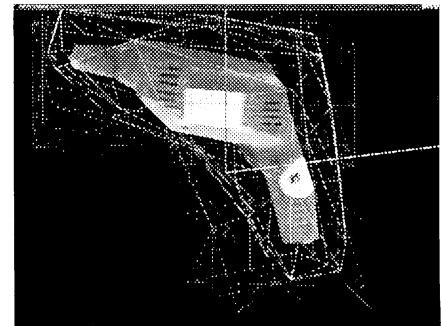
変形により電気抵抗値が変化する導電性発泡ゴムのかたまりに、格子状に測定端子をつけることにより、ゴムのかたまりを構造体かつ3次元変形センサとして用いている。ニューラルネットワークによる学習、最適化を用いて、複雑な抵抗値測定パターンからの3次元変形モードの推定、測定端子の配置および数の最適化、さまざまな形状の入力装置への対応が可能である(図1)。



(a) ハンドドリル・モデル (変形前)



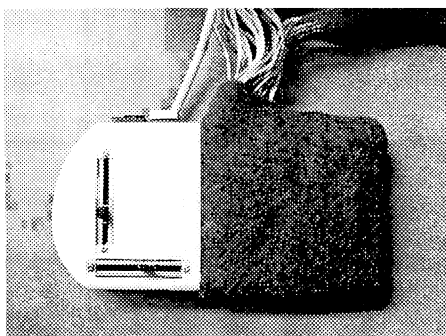
(b) 入力装置の曲げ操作



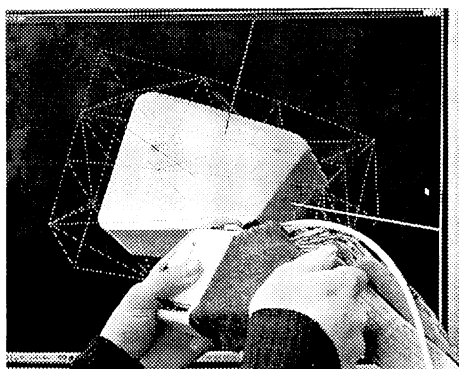
(c) ハンドドリルモデル (曲げ変形後)

図1 L字形入力装置によるハンドドリル・モデルの曲げ操作

以上のゴムによる変形入力部だけでなく、ある瞬間の変形状態を保存するスナップ・ショットのためのボタン、変形の適用範囲を調整するスライド・ボリュームなど、複数の操作を統合した入力ツールを製作した。図2の右側が布地でカバーされたゴムによる変形入力部、左側がスイッチ・ボリューム部である。



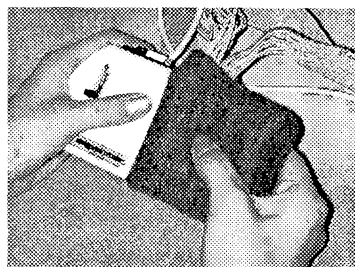
(a) 外観



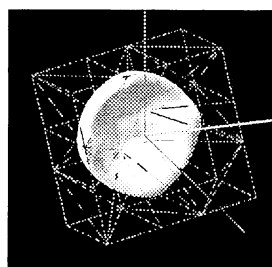
(b) ねじり操作

図2 操作統合型入力ツール

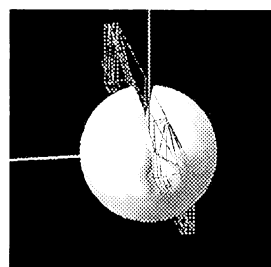
図3は操作統合型入力ツールによる押し込み変形操作の例である。ゴムの中央を押し込む変形操作は同一（図3 (a)）でも、縦横2つのスライド・ボリューム操作を連携させることで、全体的に凹ませる（図3 (b)、縦横とも適用範囲大）、切込みを入れる（図3 (c)、横の適用範囲



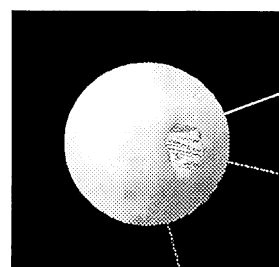
(a) 同一の押し込み操作



(b) 縦横とも適用範囲大の場合



(c) 横の適用範囲のみ小の場合



(d) 縦横とも適用範囲小の場合

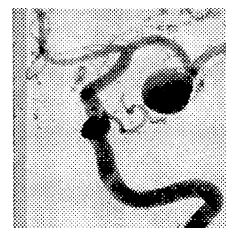
図3 操作統合型入力ツールによる押し込み変形操作

のみ小)、穴状に彫り込む（図3 (d)、縦横とも適用範囲小）といったさまざまな変形を使い分けることができる。

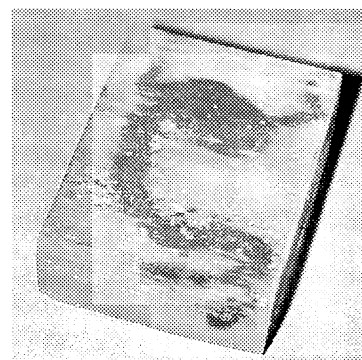
2.2 ゼルーゲル変換型光硬化性樹脂を用いた光造形法

光造形法とは、3次元CADデータなどに基づき、光があたると硬化する液状樹脂の表面を紫外光レーザーなどで走査して一つの断面形状を硬化し、それを繰り返して積層することにより、さまざまな立体形状を自動的、短時間に造形する方法である。従来の光造形法は液中に造形を行なうため、一時的にでも生じる孤立部分を支えたり、変形を抑えるために、サポートと呼ばれる形状を同時に造形する必要があり、手間や時間を要するだけでなく、造形できる形状の制約の一つともなっていた。

これに対して本研究室では、樹脂メーカーと共同で調



(a) 動脈瘤（レントゲン写真）



(b) 透明樹脂中に血管と動脈瘤を赤色で立体造形

図4 動脈瘤の着色立体造形



(a) 顔写真



(b) 光造形された擬似レリーフ

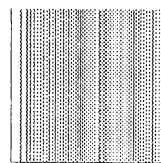
図5 グレースケール・マスク露光による擬似レリーフの光造形

製した、常温ではゲル状、ある温度以上では急激にゾル化する光硬化性樹脂を用いた光造形法を開発した。この造形法は、ゲルの層を光硬化して積層し、最後に全体を加温して未硬化部分をゾル化して取り除くものであり、前述のサポートがまったく不要となる。この研究成果は、2001年7月にデンケンエンジニアリング株式会社 (<http://www.denken-eng.co.jp/>) により製品化されている。

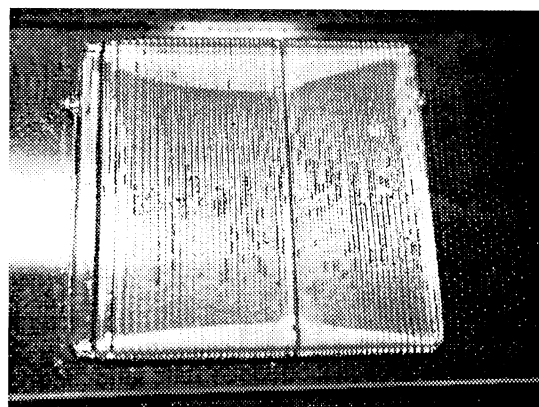
また、造形表面が液体でなく固体（ゲル）であるため、インクジェットなどで表面に紫外光遮断インクを描画し、上の層からの光の余剰透過を抑制して造形精度を高めたり、透明部分と着色部分を有する造形を行なうなどの展開が可能である。図4は、動脈瘤（血管の一部が膨らむ病気）のデータを着色造形した例である。

2.3 グレースケール・マスク露光による曲面形状の光造形

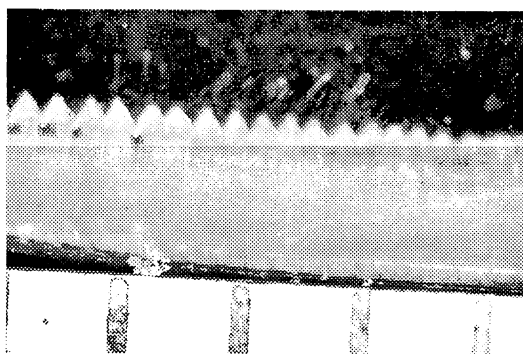
従来の光造形法をはじめとする積層造形法では、造形物表面に微小ではあるが階段状の段差が生じ、滑らかな曲面を造形することができない。そこで本研究室では、露光時間が一定であれば光の強度により樹脂液表面からの硬化深さが変化することを利用し、光の透過率が連続的に分布するグレースケール・マスクを用いて、硬化深さが連続的に変化する形状を光造形する研究を行なっている。濃淡が連続的に変化するグレースケール・マスク



(a) 濃淡を計算されたグレースケール・マスク



(b) 光造形されたプリズムレンズ



(c) プリズムレンズの拡大図（1目盛＝1mm）

図6 グレースケール・マスク露光によるプリズムレンズの光造形

を通して、紫外光ランプからの平行光を光硬化性樹脂表面に一括面露光すると、マスクの濃淡分布が硬化深さの分布に変換される（図5）。造形できる厚さが限られるため、積層造形のような立体の造形は困難であるが、目的とする厚さの分布に基づき濃淡を計算したマスクを用いれば、滑らかな曲面を含むさまざまな表面形状を実現できる。その特徴を活かして、レンズなどの光学部品を低コストで単品あるいは多品種少量生産する応用などを視野に入れて研究を進めている。

3. おわりに

以上本稿では、本研究室の研究テーマのうち、リアルからバーチャル（形状変形インタフェース）、バーチャルからリアル（光造形）への橋渡しをする研究内容について紹介した。本研究室で行なっている研究・教育内容に

については、以下のWeb ページで紹介している。ご興味があれば、ご覧いただければ幸いです。

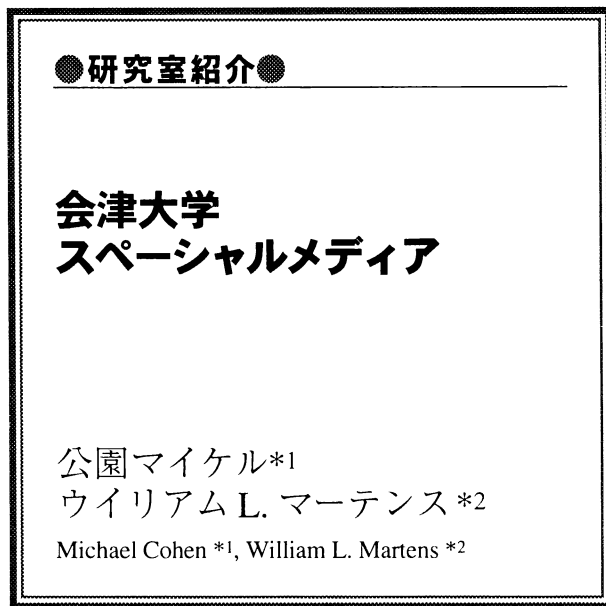
東京大学 大学院工学系研究科 産業機械工学専攻
設計工学研究室

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

Tel: 03-5841-6327

Fax: 03-3818-0835

URL: <http://www.design.t.u-tokyo.ac.jp/>



0. Introduction

The University of Aizu was founded nine years ago in 会津若松, 福島県. Aizu-Wakamatsu is about 300 km north of Tokyo (three hours by 新幹線 and 磐越西線), a castle town and gateway to the 東北 region. The Aizu region is proud of its traditional charm and natural beauty — manifested especially through its water-related products and attractions, including tasty rice and 酒, 温泉, 漆, and recreation areas (like those around 磐梯山 to the north and 猪苗代湖 to the east). Local cultural destinations include 飯盛山, site of the 白虎隊 Incident.

The University has about one hundred faculty and fifty staff members serving about one thousand undergraduates and almost two hundred graduate students. Virtual reality research at the University is conducted mainly through groups led by the authors, the "Spatial Media Group" and the "Cyberspatial Audio Group." The first author (Cohen) is primarily interested in hypermedia interfaces [8], while the second author (Martens) fo-

cuses on psychoacoustics and virtual acoustic rendering technology [17] [16]. Jointly we currently supervise the theses and theses of about ten seniors and ten graduate students. Naturally there is significant overlap [2] [10] [9] [12], but this review will concentrate on the multimedia aspects and a subsequent article will elaborate on our cyberspatial audio research.

1. Curriculum

Pertinent offerings include a semester-long dspcourse for advanced undergraduates and year-long undergraduate projects in Computer Music and VR Sound, as well as quarter-long graduate courses in Visual Communication, Computer Music, and Acoustic Modeling [11]. These courses are barely sufficient, and we plan to expand the syllabus, pending local and Monbusho approval. In addition to the normal curriculum, the authors organize three other annual educational programs:

Creative Factory Seminar The University Student Affairs Office sponsors intensive hands-on seminars, providing students practical exposure to special ideas and technologies outside the usual curriculum. Last year's Spatial Media seminar, taught by 小林広美 of SensAble,¹ highlighted the {neurons, bits, atoms} triad (elaborated by 石井裕 of the MIT Media Lab). Participants' artistic ideas were reified by a PHANTOM-equipped FreeForm force-feedback CAD system and then 3D-printed ("rapid-prototyped") by 豊田通商.

This year's Spatial Media exercise, which will be led by Hans Shimizu-Karlson, will coach participants through the capture, stitching, and browsing of panoramic photographic scenes and object movies, using (Nikon CoolPix 990) digital cameras with 8mm fisheye lens and panoramic tripod heads,² Cubic QTVR,³ and authoring and stitching software (QuickTime VR Authoring Studio, DeFish,⁴ Panorama Tools⁵, soundsaVR⁶, and VRWorx⁷).

公開講座講演 The University Community Affairs Committee sponsors a public lecture series⁸ at which students and faculty introduce ongoing research to the lay community. This year's Spatial Media Group presentation⁹ is especially for pre-teenagers, giving our group members an opportunity to describe and demonstrate their research accessibly to young people.

International Conferences The University's International Affairs Committee sponsors academic conferences, welcoming international researchers for themed symposia. This year's 2nd International Workshop on Spatial Media¹⁰, devoted to