

まえがき

本書は、画像の構築技術を利用して3次元形状、立体構造および位置関係の把握が困難な解剖学の教材作成から始めたシミュレーションの研究を基に、それ以後に行った教育工学的な種々の試みをまとめたものである。

またその過程で構築した3次元画像の内外構造の理解のために、画像の加工やそのときに生じる力覚表現および操作の現実感と臨場感について述べ、非可逆的に起こる現象の扱い、たとえば物体の変形時などに現れる非線形現象を理論的考察を行ったものである。したがって、発展過程として現場への応用のために現実には欠落した機能を補うような技術を念頭に置いたこの分野の役割と方法についても言及したものである。

本書では、諸々のテーマに通じる工学系の具体的な例を通して、レベルの高い学習と応用がどのように行われようとしているのか、どのような発展段階にあるのか、何がそれに不足していて、どのような研究が必要なのかを、読者が感じ取れるように、順を追って述べることに心掛けた。

もちろん、物理学に則った手法を駆使するが、多くがシミュレーション技術やロボットのマニピュレーション技術に立脚しているので、コンピュータ科学として研究者のみならず、学部生や大学院生にも課題の解析手法の多くの共通性を提供し得る教科書としての観点に立った記述に徹する。

本書ではこの分野の現象の本質的理解のために、興味をもてるような身近な事柄を例に、日常的に使用されるナイフ、はさみ、のこぎりなどの切離操作のシミュレーションなどを通して、身の周りの安全にかかわる建築、土木、機械、金属における材料の疲労や破壊などを取り上げる。そして、立体視画像と加工のなかで、操作器具と仮想物体の表現や相互の物理的関係と物体の変形の表現とその応用に歩を進めることにする。

また、実体がないが画像として存在する仮想物体を加工するハードシステムに通信技術を取り入れ、総合的システムの遠隔操作に連なる方向性を示すこと

にする。なお、理論的課題として物体の動的変形の数学的表現、そして実在の物体の質量、弾性、粘性、塑性、密度などの物性の表現による仮想物体の構築と操作時の物体の変形や操作反力の算出とこれを力学的に発生できる機構の構築法を論じる。すなわち、実物としての存在感のみならず、接触感、切離感、抵抗感など、あり得べき臨場感の人工的実現について考察し、工学的設計への応用を目指すことにする。

具体的には、立体視画像を直接操作可能な切離用具による切込みに際して、その部位の構成物質の違いや切離速度の違いに依存して生ずる抵抗力を感じることができる装置の開発について言及する。そして、これを脳などの臓器の立体画像の切離に応用し、解剖や手術のための医学教育支援システムを構築する方法への準備とする。

さらに、直接操作が可能な切離用具と連動する画像として合成した仮想切離器具を用いて、臓器などの立体視画像を任意の形状に切離したときに現れる断面や領域をリアルタイムで立体視する方法を述べる。これらをもとに、物性が既知の物質を切離するときに、切離用具の受ける抗力を理論的に算出する方法を述べ、空間の任意の方向に力を与え得る電子装置を製作し、ハプティック・フォースディスプレイシステムの構築法を説明する。また、物体の構造の変形や破壊の表現、すなわち変形に関する情報の保存と画像の高速合成過程のなかで、力覚の実現や空間的位置関係の体験を実時間で可能にする方法について言及する。

なお、例題としてあげたネズミの脳の解剖構造の可視化と画像合成した3次元マウスを用いての立体視設計や血液採取のシミュレーションというように、切離以外の他の応用に必要なコンピュータ利用に関するハードウェア技術も併せて紹介する。

本書が、関連研究の世界に足を踏み入れようとしている研究者、学生、大学院生の参考になれば、著者らにとって望外の喜びとするところである。

2011年10月

著者