進化を続ける

工具の姿勢を最適化
切開前に関節のモデリング

3　多軸制御骨切除工作機械のための工具経路生成法

3・1　患者の負荷を最小限にする工具経路

医療用途における工具経路生成では、一般的な工業用CAM（コンピューター支援製造）とは異なる要求事項として、①狭い皮膚切開部から広範囲の骨を切除すること、②干渉領域は脛骨および筋肉、靭帯、神経などの軟組織が入り組む複雑な形状であり、軟組織の位置情報は術中切開するまで不明であること、③術中の限られた時間内で工具経路生成を行う必要があることが挙げられる。多軸加工機械を用いた骨切除では、最適な制御を行うことにより、より小さい皮膚切開で済む可能性がある。しかしながら、医師は工作機械による骨切除に適した領域を知る術はなく、適切でない皮膚切開は、切開長さを長くするとともに内部組織へのダメージを大きくする問題があった。そこで、こうした医用CAM特有の問題に対し、皮膚を切開する前に関節部分のモデリングを行い、工具の進入位置および姿勢を最適化することで骨切除に十分な工具通過領域を確保する。さらに、モデル化された関節部に対し、内部組織への侵襲を最小にするアルゴリズムを適用することで、皮膚の切開を最小にしながらも組織への侵襲を最小にする工具経路生成法を提案する。

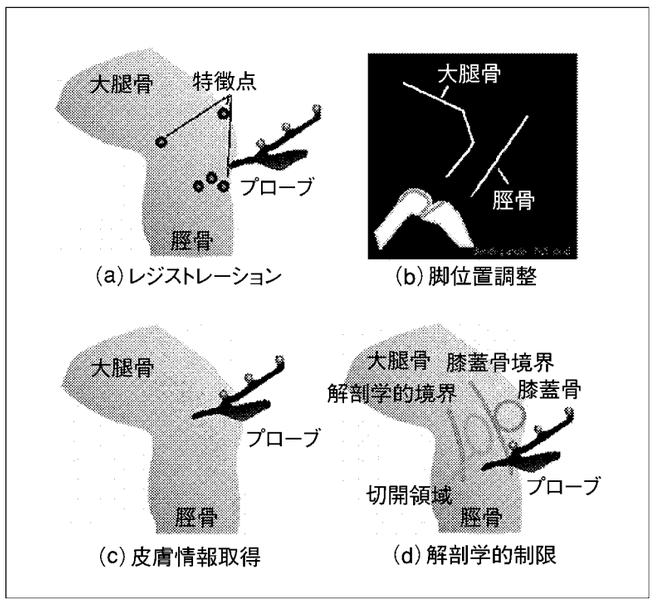


図3　関節モデルの作成

図2に工具生成のフローを示す。まず、皮膚から得られる情報に基づき、骨および人工関節設置面の幾何関係を取得する。次に、脚の屈曲角度を最適化した上で、皮膚表面情報を取得する。さらに、組織解剖学に基づき、医師の手により工具が進入可能な領域に制限を与え、最後に、工具経路を計算した上で、組織への侵襲を最小化する工具通過領域を数値計算により決定する。その後、実際に皮膚を切開し、内部組織との干渉をチェックした後、骨切除を行う。

3・2　対象部位のモデリング

皮膚を切開する前の制約条件としては、①皮膚表面からの情報のみ得られること、②脚の屈曲角度に伴う必要切開部分が変化すること、③膝蓋骨・靭帯・神経など重要組織が存在することによる解剖学的制約などが挙げられる。そこで、図3に示すように、制約条件を考慮しながら関節のモデル化を実施する。

まず、骨の幾何関係に基づいて工具進入領域を決定する必要があるため、皮膚を切開する前にあらかじめ位置関係を知る必要がある。そこで、皮膚上から確認できる特徴点を用いて骨位置を測定する（図3a）。また、脚の屈曲角度は切除時の工具の干渉や切開長に大きく影響を与える。したがって、CAM上で脚屈曲をリアルタイムでトラッキングすることで最適化を図る（図3b）。次に、3次元位置測定器を用いて、皮膚表面の位置情報を取得する（図3c）。

（次ページへ続く）

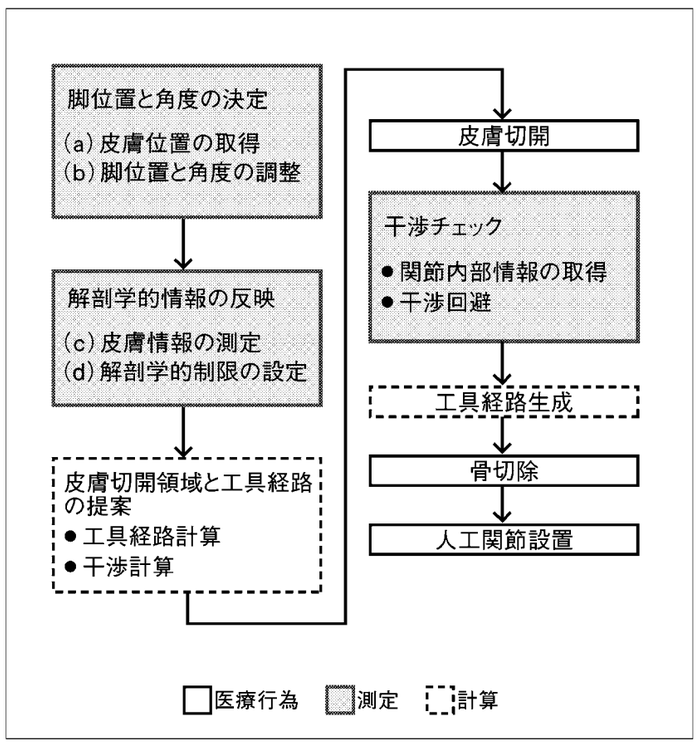


図2　工具経路生成フロー

環境の時代を支える工作機械づくり。

JTEKT

エネルギー関連、航空宇宙産業、建設機械、輸送機械

あらゆる産業の大型部品加工をトップレベルで実現

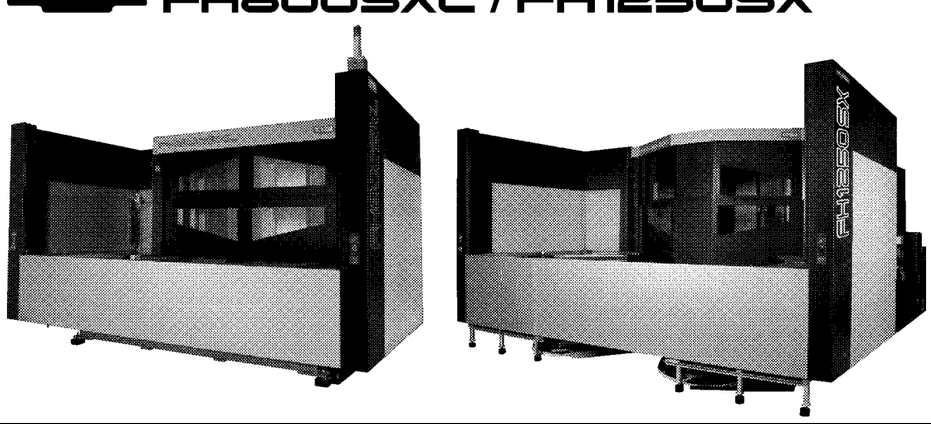
「大きい」「速い」「強い」、3つの分野で同クラストップレベルを達成。
さらに、工作物への接近性と視認性を大幅に向上させ、安心・安全な機械づくりを目指しています。

クラス最大の工作物領域
同クラスにおける最大工作物振り、最大工作物高さ、最大ストロークを実現。

クラス最速の早送り速度
大型工作機械に代表される横中ぐりフライス盤や5面加工機と比較して、2倍以上のスピード性能を実現。

クラス最強の切削性能
あらゆる材質の大型部品を高能率に加工できるハイトルク主軸を搭載。

TOYODA 横形マシニングセンタ
FH800SXL / FH1250SX



株式会社ジェイテクト

工作機械・メカトロ事業本部
◆資料請求はこちら
〒448-8652 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地　TEL. 0566-25-5430／FAX. 0566-25-5467

TOYODA は、株式会社ジェイテクトの登録商標です。