



ゲームキャラクターのロボット化のための 任意形状ロボット構築手法

北見工業大学 工学部

助教 山内 翔

1. はじめに

現在、AR技術や任天堂のamiiboのように、現実世界と仮想世界を何らかの形で結びつけた遊びが実際に利用されている。通常、ゲーム体験は仮想世界の中のルールで現実世界から働きかける行為であり、ゲーム側からの現実世界への働きかけが多い。AR技術を用いたものではそこにモバイル端末などから音声、映像によって現実世界への働きかけが限定的に起こる。またamiiboのような「モノ」を利用する場合、実際の「モノ」の手触りなど、現実世界への「静的な」働きかけが起こる。

これを更に一歩進め、仮想世界から現実世界への物理的、動的な働きかけを増やすためには、ゲームにおける何らかの要素をロボット化する必要がある。

しかし、ゲームのキャラクターは多くの場合ロボット化するのに適した形状をしていないため、ロボット化するのが難しい。そこで、ゲームキャラクターをロボット化するための任意形状のロボット構築手法を開発する。

2. 任意形状ロボット構築手法の流れ

本研究で提案する手法では、まず特定のキャラクターの外形を表す3Dモデルを入力とし、内部構造を維持する内骨格と、外観を維持する外骨格とを分離する。

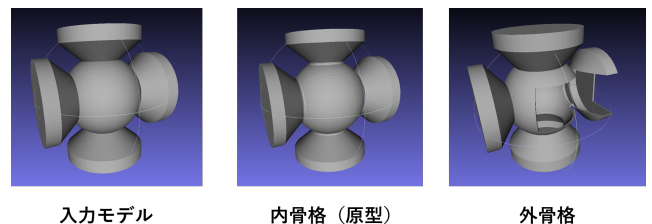
次に、そのキャラクターの情報として、どこが腕であるか、どこが目であるかなどの情報を入力してもらい、その情報に従って、ロボットとして同一の機能を満たすパーツの配置を最適化手法により自動で行う。

この時、内部構造は3Dプリンタの特性を活かし、ダイヤモンド結晶構造を参考にした結晶格子型の骨格とし、内部を均一にし最適化計算上の利便性を高める。さらに、結晶格子型骨格とすることにより、強度もある程度均一に保たれていることが期待でき、結晶格子型構造自体が疎であることから、配線などパーツ間の関係を維持することが容易となる。このように、ロボットの内部構造を単純化、汎用化することによって、どのような形状が与えられても、自動でロボットの身体設計を行うことが可能となる。

3. 入力モデルに対する骨格構造の分離

まず与えられたモデルを、外側の、主に外観に寄与する部分と結晶構造で構築される内部とを分離する必要がある。具体的には表面から数mmを外骨格と定め、その部分を結晶構造化せず、その内側と分けてモデルとして抽出する(図1)。

次に、分離した内骨格の原型を結晶構造化する。まずダイヤモンドの結晶構造をモデルとした単位格子モデルを用意する。ダイヤモンド結晶構造の単位格子の1/8の格子の構造を1ユニットとし、太さが均等の柱としてモデルを構築する。計算の簡単化のため、より単純なモデルとして作成している。



入力モデル

内骨格 (原型)

外骨格

図 1 入力モデルから生成される内骨格と外骨格

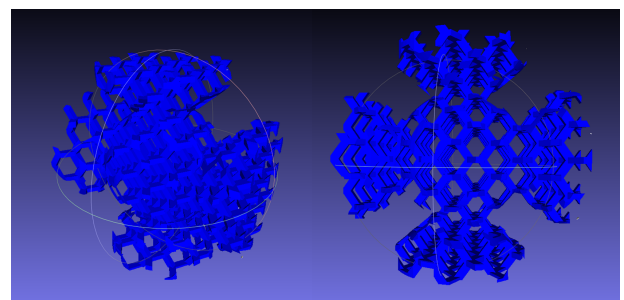


図 2 結晶構造化された内骨格

これを用いて、内骨格の原型を内包できる大きさまで結晶構造を形成する形で並び、幾何演算を行うことにより、内骨格を結晶構造化し、強度を維持しつつ内部が疎で均等な構造である内骨格を形成することができる(図2)。

こうした構造を図3に示すように、3Dプリンタによって実際に印刷することが可能である。単位格子のモデルのサイズを変更することで、同様の幾何演算であっても、その密度を変更でき、

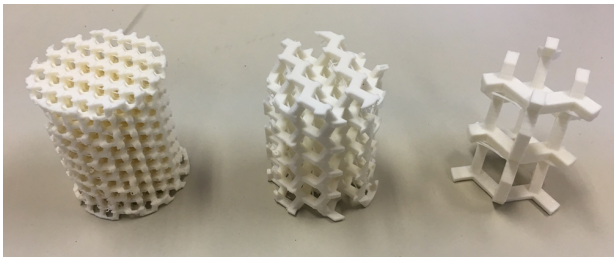


図 3 3D プリンタにより印刷された結晶構造

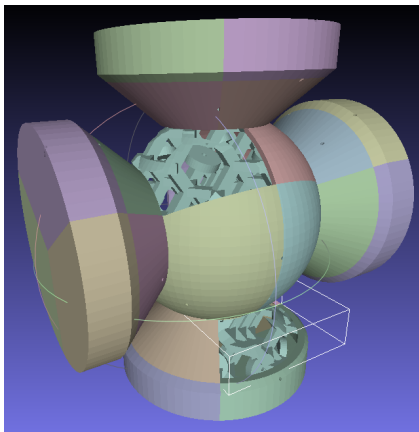


図 4 幾何演算後のロボット内骨格と外骨格。外骨格は分離した部分ごとに色分けして表示している。

必要な強度や空間に合わせた結晶構造化された内骨格を用意することができる。

外骨格は、必要に応じて分割し、固定部位を内骨格側に追加する。今回は、最も簡単なケースとして、外骨格側にネジ穴を自動生成し、それに合わせたナット固定部位を内骨格側に追加した。これにより、パーツ配置前のロボット骨格の幾何演算が終了する。一連の幾何演算後の内骨格と外骨格の様子を図4に示す。

4. パーツの自動配置による任意形状ロボットの構築
次に最適化手法を用いて、内骨格内に必要なパーツを配置していく。サーボモータやセンサなどはモジュール化し、最適化手法によりそれらモジュールを要求に従って選出し、3次元位置と姿勢を決定し内骨格内に配置する。内骨格構造が均質であるため、各モジュールはその位置と姿勢のみを考慮すれば良い。

今回は、パーツの自動配置のための評価関数を一つ定め、単目的最適化を進化計算によって行った。進化計算における個体ごとの適度計算は完全に独立であるため、並列化が可能である。

原型モデルとして、図5に示すテストモデルを用意した。これを、構築した手法により外骨格と内骨格で分離する。今回構築した計算手法によって2000世代目で実際に得られたパ

ーツ配置結果を図6に示す。

各パーツが、他のパーツと干渉することが無く、各要件を満たすよう配置されていることが確認できた。

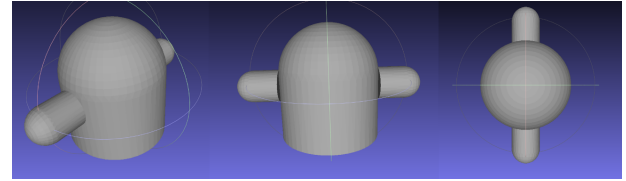


図 5 テストモデル

このあとは、結晶構造化した内骨格からパーツのモデル部分を切り取り、パーツを内部で固定することでロボットとして完成する。

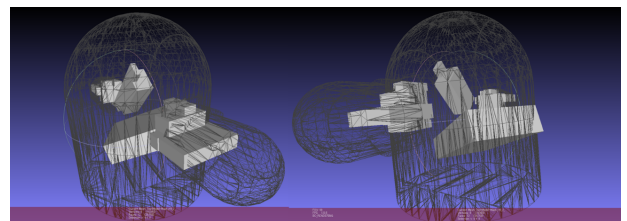


図 6 テストモデルに対するパーツの自動配置結果

5. まとめ

本研究ではゲームキャラクターをロボット化するための任意形状のロボット構築手法を行った。入力された任意のモデルから内骨格と外骨格を分離し、内骨格を結晶構造化する手法を構築した。また外骨格を分割し、固定部位を内骨格側に内包させる手法も構築した。さらに、構築された内骨格内部に最適化手法を用いて要求されたパーツを配置する手法も開発し、任意形状ロボットの作成が可能となった。

今後は、空間的制約の強い人型ロボットや、形状的に強度を維持しづらい形状においても、問題なくロボットの自動設計が行えるような改善をする必要がある。また、アクチュエータやセンサなど要求される機能が多くなるに従って、パーツ配置時の最適化計算で時間がかかるようになるため、パーツ数の多いロボットにも容易に適用できるように、最適化計算の効率化、高速化について検討する必要がある。

また、今回構築した手法を応用して、人手で設計した場合に比べ、迅速に新たな構造を提案するような、ロボットの自動設計手法も構築可能であると考えられるため、本手法のさらなる発展を目指す。