



生物の特徴を生かした水中ロボットの 論理モデルとシミュレーションの作成



はじめに

背景

- 既存の魚ロボットは複数の関節の角度を計算し回転させ動作するタイプがほとんど
- しかし、それらのロボットは動きがぎこちない、関節角の計算も複雑

目的

- そこで、魚の筋骨格構造の仕組みを応用し、複数の筋肉を収縮、弛緩することで、関節を回転させるしくみを考える
- それが実現すれば、簡単な計算で自然な動きが可能になる

協調動作する魚の筋肉

拮抗筋

- ある動作で働く筋肉の逆に働く筋肉
- 一方が収縮のとき、もう一方は弛緩

3関節筋

- 3つの関節をまたいでいる筋肉
- この筋筋が収縮、弛緩するとき、またいでいる関節全てに力が同時に働く

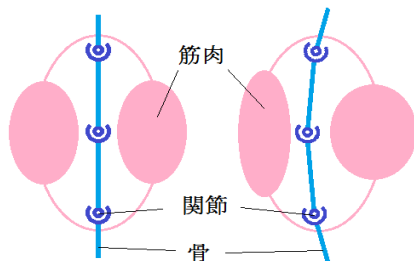


図1. 1対の機能的3関節拮抗筋の構造と収縮

さらに、複数の3関節筋を並べて配置することによって、より複雑な動作が可能

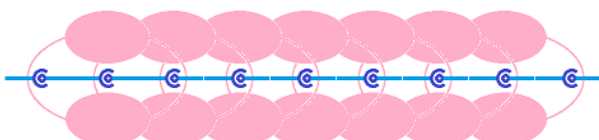


図2. 並べて配置した7対の3関節筋拮抗筋

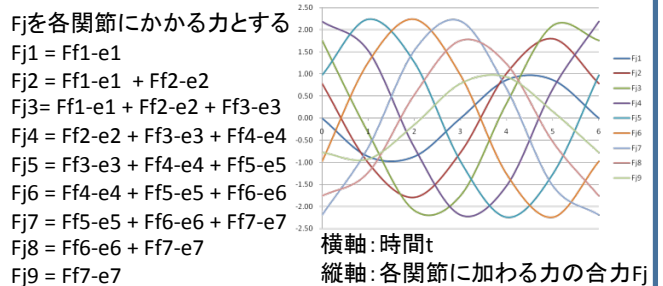
シミュレーション実験

➢図2の筋配列モデルのシミュレーション

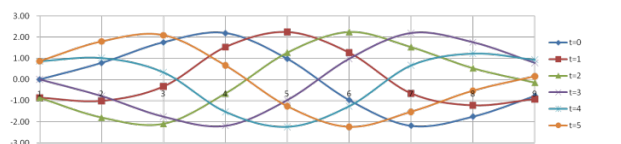
7対の各拮抗筋へ加わる力

Ff-e:各拮抗筋対の収縮力 $Ff1-e1 = Fq \cdot (-\sin\phi)$
 Fq:全体のカベクトルの長さ $Ff2-e2 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos\psi + \cos\phi\sin\psi)$
 N = 7: モータの数 $Ff3-e3 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos2\psi + \cos\phi\sin2\psi)$
 $Ff4-e4 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos3\psi + \cos\phi\sin3\psi)$
 $\psi = 2\pi/N$ $Ff5-e5 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos4\psi + \cos\phi\sin4\psi)$
 $\phi = \omega t$: 進行波の時間位相 $Ff6-e6 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos5\psi + \cos\phi\sin5\psi)$
 ω : 遊泳運動の周波数 $Ff7-e7 = Fq \cdot (-\sin\phi\cos6\psi + \cos\phi\sin6\psi)$
 t: 時間

9つの各関節へ加わる力



ロボットの動作推移



まとめ

- 7対の拮抗筋を位相差を付けて独立に動作させた
- 実際の魚と同じような、しなやかなS字状運動が可能

今後の課題

- 水中の抵抗を考慮していない
 ⇒水流や浮力などの考慮が必要
- 平面的な運動のみしか考慮していない
 ⇒上下運動の考慮も必要
- 胴体のみしか考慮していない
 ⇒各鰭の制御も必要