

文献紹介

Joskowicz, L. and Sacks, E. : Incremental Configuration Space Construction for Mechanical Analysis, *AAAI*, pp. 888-893 (1991).

扉の鍵, ギヤボックス, 変速機など, 剛体部品で構成される機構の運動解析法が報告されている. これまでにジョイントで結合されたリンク等については効率的な運動解析法が知られている. しかし, 空間的に固定された軸に関する部品集合の運動解析については, 部品当りの自由度が1の場合しか定性的なアルゴリズムがわかっていなかったが, その手法ではギヤシャフトや差動機構は解析できない. もちろん, シミュレーションによる解析手法もあるが, 計算コストが大きいという欠点がある. 論文では定性的で, ときには定量的でもある運動解析の構成的な求解方法が示されている.

論文の著者らはすでに固定軸機構の運動解析法を開発している. そのプログラムへの入力部品形状とその初期配置(組み立てられた状態の一つ)であり, 出力は与えられた機械が持つ機構の Configuration space (CS) 表現を uniform motion region (umr) に分割したものである. umr とは, 部品の接触状態が一定で, 部品が固定軸に関して単調な運動をするような CS の部分を指す. このような umr を節点とし, それらの領域が隣接しているとき節点間に弧を描いた region diagram を生成することにより機構の変化を表現することができる. ここで問題となるのは, ある軸に関する二つの部品の CS に複数個の umr が存在すると, 異なる CS の umr_i と umr_j が隣接するかどうかを単純に調べると組合せの爆発が生じることである. 論文は初期 CS から得られる umr のキューから到達可能な umr を縦型探索することにより, 存在し得る CS を求める方法を提案している. 論文で扱える CS は多角形領域または2次元の領域に限られ, 非線形な CS は線形不等式の集合により近似される. umr の隣接性に基づいて機構の変化を求めただけでは実際にそのような運動が実現されるとはいえないが, 解を見落とすことはないという意味で定性的解析といえる. CS が多角形領域であり実現性が検証されれば定量解析が得られる.

論文の例を引用して, 簡単な例を説明しておこう.

図1に示す2スピード変速機のo1軸回りのEとG₁の運動を考えると, 相対的回転角 $\theta_E - \theta_{G_1}$ と軸方向の変位 X_E に関するCSが得られ, それを図2に示す(影の部分は動作不可能域). このCSを umr に分けると, $r_0, r_i (1 < i < 6)$ が得られる. 同様にG₁とG₃, G₂とG₄, 枠Fと軸等の部品, 軸と軸上の部品に関してCSを算

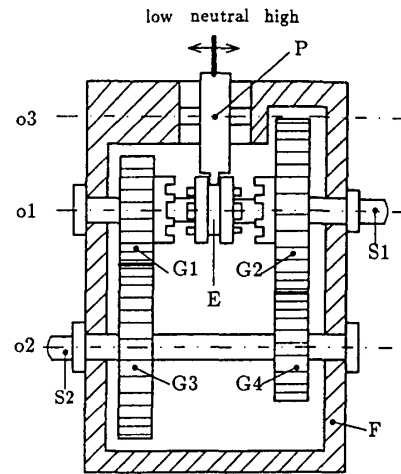


図1

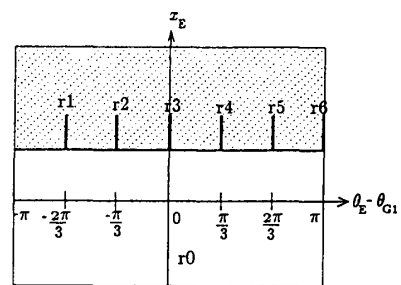


図2

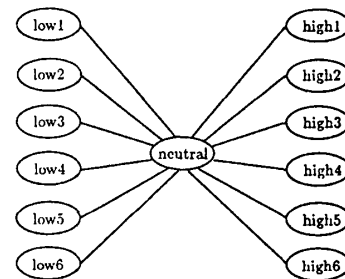


図3

出し、それらを umr に分割する。このようにして得られた umr の交差を調べることにより図 3 の region diagram が出力される。ここで注意すべきは、例えば G_1 と G_3 の CS は、もしそれらが o_1 と o_2 に沿った移動でかむなら歯数分の umr を生じ得るが、実際には一つの umr しか生じないことである。これが単純な組合せを求めるのではない手法の利点の一つである。

現システムでは、logarithmic cam などの機構は取り扱えないが、BOUNDER や Canny のアルゴリズムのような非線形不等式処理系を組み込むことにより、それらに対処しようとしている。またシステムはすで

にアセンブリ解析系と結合されていることも報告されている。論文の前書きにも述べられているが、本手法を用いて設計案の生成と検証、さらにはカタログ生成が可能になると考えられている。

紹介者は組立システムについて研究を行っており、誤った組立を発見する際に本論文の手法が利用できると考えている。組立方法が正しい場合でも、部品が公差基準を満たしていない場合には組立品は動作不可能となる。本論文の考え方は広く機械設計問題に応用可能であると考えられる。

[安部 憲広 (九州工業大学情報工学部機械システム工学科)]