

論文内容要旨（和文）

平成 14 年度入学大学院博士後期課程

システム情報 工学専攻 知能機会システム 講座

氏名 加藤宏章



論文題目 スティーブソン形平面 6 節リンク機構の運動領域識別

組み立てられ、作動している自由度 1 の閉ループ機構は、静止節に対する原動節の位置が決定されると残りのリンクの位置が一意的に決まる。ところで、構成要素である複数のリンクをそれらの対応する対偶素を連結して閉ループ機構に組み立てようとする、一般には幾通りもの連節形状が存在する。これは機構の閉回路方程式が偶数次の代数方程式に帰着されることによる。

平面 4 節リンク機構や 2 次方程式を解くことによって変位解析が行われる平面 6 節リンク機構の連節形状は、原動節の値に対して任意のリンク間の角変位の正弦によって識別することができる。一方で静止節と原動節を含む 5 節閉回路が 2 つ存在するスティーブソン形平面 6 節リンク機構については、変位解析の解から構成される複数の連節形状を識別する手法が確立されておらず、従って原動節角変位の連続的な入力変位に対して同時に算出される解から構成される複数の連節形状のそれぞれの連続関係を自動的に導出することが出来ないのが現状である。この原因として、以下の 3 点が挙げられる。

1. 変位解析式が 6 次方程式に帰着されるため、原動節の一つの値に対して連節形状を構成する解が同時多発的に存在する。
2. 一組の機構定数に対して互いに独立した 1 周期運動が複数存在し、それぞれにおいて原動節の運動領域が重複する。
3. 原動節の運動領域は、1 回転以上回転するが 2 回転はできない場合や往復しながら回転する場合等がある。

従って本論文では、スティーブソン形平面 6 節リンク機構の全ての運動領域を識別し、また任意の運動領域を選択して出力することができるアルゴリズムを提案する。

スティーブソン形平面 6 節リンク機構の運動領域は、基本的に成分となっている 4 節リンク機構の中間節上の 1 点が描く運動軌跡(カップラーカーブ)上に求められる。これは変位解析の手法がカップラーカーブと原動 2 連節の端点が描く円との交点を求めることに相当するからであり、運動限界位置や経路折返点等の特別位置についても同様である。従って本論文では初めに成分 4 節リンク機構およびそのカップラーカーブの解析手法について述べる。

次に、平面 6 節リンク機構の運動特性解析として、変化解析式は 6 次方程式として解くことができることを示し、さらに特別位置として運動限界位置および経路折返点の算出式および機構図を示す。これらの特別位置は、運動領域を識別する基準点として後に用いられる。

一組の機構定数から創成される複数の 1 周期運動は、カップラーカーブ上においては一般に重複することはない。しかしながらカップラーカーブは 3 重円的 6 次曲線であり、さらに非常に複雑な形状を描くので、本論文ではカップラーカーブ上の値と 1 対 1 で対応する成分 4 節リンク機構の任意の角変位 θ_m を横軸とする数直線上に写像している。

この直線上においては、機構の 1 周期運動は 2 つの折返点間を 1 往復することによって満足し、これらの運動は原動 2 連節の相対角変位の正弦 $\sin \theta T$ の符号によって識別することができる。以後、2 つの折返点間に区切られた区間をサーキットと呼ぶ。一つのサーキットは機構の 1 周期運動に対応しており、原動節の複数回の往復または回転運動によって構成される。従って機構の運動領域は、さらに原動節の回転方向によって識別することができ、これは原動節の速度解析式の共通分母 $d(s)$ の符号から算出することができる。

すなわち、本論文では一組の機構定数から創成されるスティーブソン形平面 6 節リンク機構の全ての運動領域を独立変数 θ_m を横軸とし原動 2 連節の相対角変位の正弦 $\sin \theta T$ および速度解析式の共通分母 $d(s)$ の符号によって識別された 4 本の数直線上に写像してブランチおよびサーキットとして識別することができるアルゴリズムを構築し、そのフローチャートを示した。さらに、上記の手法を用いて Visual Basic6 による解析ソフトを開発した。これは、機構定数を入力すると全ての運動領域を自動的に数値的に識別することができるものである。また、任意のブランチ番号を選択することにより必要な運動領域の値を抽出して出力することができる。

本論文では、解析例として上記のソフトを用いており、スティーブソン形平面 6 節リンク機構がもつ 1 周期運動の全ての種類を挙げている。すなわち、本ソフトを用いることにより、機構の運動の断片のシミュレートや機構設計の CAE で必要と成るグラスホフ機構(原動節が連続回転可能)の識別が可能となる。

論文内容要旨 (英文)

平成 14 年度入学大学院博士後期課程

システム情報 工学専攻 知能機会システム 講座

氏名 加藤宏章



論文題目 Identification of motion domains of planar six-link mechanism
of the Stephenson-type

In the case of Stephenson six-bar linkage of three kinds which have two closed five-link loops including the fixed and driving links, a practical method for discriminating the composition loops to arise from inversions of link chains for a set of kinematic constants is not established yet, so that analytical methods of synthesis are difficult to apply for the these mechanisms.

The Stephenson III six-bar linkage consists of the planar four-bar linkage and the external dyad. All relationships between the input and output angles are analyzed by determining the points of intersection of the coupler curve of the constituent four-bar linkage and the end pairing point circle of the second link of the external dyad. The number of points of intersection (solutions) is even and less than six. The solutions are mutually contained in different branches or circuits. The branches are the domains on the coupler curves separated by two limit points or limit and turning points. The circuits are the coupler curve or its domains separated by two turning points. The point on the coupler curve of the grashof four-bar linkage which consists of two closed curves correspond one to one to the angular displacement of the full relational link.

The point on the coupler curve of the nongrashof four-bar linkage correspond one to one to the argument of the point on the relationship of the input and output angles.

In this paper, by means of the above-mentioned characteristics, it is shown that if the Stephenson III six-bar linkage is composed only of turning points, these branches and circuits can be mapped on four number lines discriminated by the sign of the determinant of the Jacobian matrix and the sign of the sine of the relative angular displacement of the transmitting link. So the domains of motion the driving link of the Stephenson III six-bar linkage are identified.


学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨


平成 17 年 2 月 18 日

理 工 学 研 究 科 長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 山形大学教授 渡辺 克巳 

副査 山形大学教授 三留 謙一 

副査 山形大学教授 大久保重範 

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 システム情報工学専攻
氏名 加藤宏章 (学籍番号 02522302 番)

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

スティ^ブンソン形平面 6 節リンク機構の運動領域識別

3. 学位論文公聴会

開催日 平成 17 年 2 月 16 日
場 所 山形大学工学部 6-605 室

4. 審査年月日

論文審査 平成 17 年 1 月 26 日 ~ 平成 17 年 2 月 16 日
最終試験 平成 17 年 2 月 17 日 ~ 平成 17 年 2 月 18 日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文の審査 合格
(2) 最終試験 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1200 字程度)

別紙のとおり。

7. 最終試験の結果

別紙のとおり。

別紙

| 専攻名 | システム情報工学専攻 | 氏名 | 加藤宏章 |
|--|------------|----|------|
| 学位論文の審査結果の要旨 | | | |
| <p>組み立てられ、作動している自由度 1 の閉ループ機構は、静止節に対する原動節の位置が決定されると残りのリンクの位置が一意的に決まる。ところで、構成要素である複数のリンクをそれらの対応する対偶素を連結して閉ループ機構に組み立てようとする、一般には幾通りもの連節形状が存在する。これは機構の閉回路方程式が偶数次の代数方程式に帰着されることによる。</p> | | | |
| <p>平面 4 節リンク機構や 2 次方程式を解くことによって変位解析が行われる平面 6 節リンク機構の連節形状は、原動節の値に対して任意のリンク間の角変位の正弦によって識別することができる。しかし、静止節と原動節を含む閉回路が 2 つ存在するステューブソン形平面 6 節リンク機構は、変位解析が 6 次方程式の解法に帰着されるので、複雑かつ重複する複数の運動領域を自動的に分類し識別することができず、これらの機構の実用化が遅れている。</p> | | | |
| <p>本研究では、平面 6 節リンク機構の原動節の変位解析は、幾何学的には成分 4 節リンク機構のカップラーカーブ (3 重円的 6 次曲線) と原動 2 連節の端点が描く円との交点を求めることであり、原動節の運動領域がカップラーカーブ上に表示できることに着目して、運動領域識別の新しい手法を提案した: 始めに、グラスホフ形、非グラスホフ形平面 4 節リンク機構の分類を行い、それらの実用的解析手法を与え、各種の機構定数においてカップラーカーブを解析した。</p> | | | |
| <p>次に、ステューブソン形平面 6 節リンク機構の原動節の運動領域に関するカップラーカーブ上の特別位置 (運動限界位置、経路折返し点) の解析を行い、それを成分 4 節リンク機構の動節の角変位の数直線上に表示してステューブソン形平面 6 節リンク機構の運動領域識別のアルゴリズムを構築した。さらに、入出力関係を完全に解析することができるソフトを開発した。</p> | | | |
| <p>学位論文は 1 章 緒論 2 章 平面 4 節リンク機構の運動特性解析 3 章 ステューブソン形平面 6 節リンク機構の運動特性解析 4 章 ステューブソン形平面 6 節リンク機構の運動領域識別 5 章 ステューブソン形平面 6 節リンク機構のグラスホフの条件 6 結論 で構成されている。</p> | | | |
| <p>これまでに困難とされていたステューブソン形平面 6 節リンク機構の原動節の運動領域識別手順を確立し、Visual Basic プログラムソフトでその有用性を実証したことは、各種産業機械の不等速運動機構の開発設計を通して、工学上並びに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものであり、合格と判定した。</p> | | | |
| <p>なお、本論文の主要な部分は日本機械学会論文集 (C 編 68-676, 2002-12) および Mech. Mach Theory (39-10, 2003-12) に発表している。</p> | | | |
| 最終試験の結果の要旨 | | | |
| <p>平面 6 節リンク機構の運動特性に関して高度な専門知識を修得していると共に、リンク機構を中心とする運動機構の特性解析と機構設計およびそれを実践するコンピュータ手法に関して幅広い知識と技術が認められた。また、国際会議の英語論文を作成し口頭発表しているので語学力も十分であり、合格と判定した。</p> | | | |