

論文内容要旨

報告番号	甲 工 乙 工 工 修	第 22 号	氏名 上田 哲史
学位論文題目	Bifurcation and Controlling Chaos in Nonlinear Dynamical Systems		
<p>本論文は、非線形常微分方程式で記述された力学系の分岐現象の解析、およびカオス制御の問題と応用について述べている。</p> <p>強制外力を加えた振り子結合系、ジョセフソン接合素子の結合系（超電導量子干渉計）などの力学系は、常微分方程式に三角関数を含んでいる。そのため、状態空間とパラメータ空間との積空間において周期性を有し、観測される現象もその周期性を反映して複雑になっている。これら力学系にみられる平衡点、周期解の分岐現象を解析し、解の振舞いの定性的性質を検討する。</p> <p>第2章では、回転方向に弾性復元力をもつ振り子を取り上げ、パラメータの変化に伴い発生するヘテロクリニック軌道の分岐構造を解明した。また、2個の振り子を、弾性復元力のある梁で接続した場合と、クラッチを有する剛体で接続した場合について、定トルクを加えたとき発生する平衡点、周期解の分岐の詳細を検討した。これらの解析により、従来知られていなかった、高次元回転系の大域的な解の振舞いを定性的に説明することができている。</p> <p>連続系においてカオス応答がみられるとき、そのカオスアトラクタ中に埋め込まれている不安定な周期軌道を安定化する問題をカオス制御という。第3章では、カオス制御理論についての新手法、およびその応用を述べている。従来のカオス制御系の手法の多くは、離散系に対してのみ制御器を構成していたが、本手法では、ポアンカレ写像から導かれる離散系の周期点を安定化する制御器を設計し、状態フィードバックを極配置法で構成する。その制御入力を元の微分方程式系のパラメータへ摂動として加える。つまり、差分方程式系と微分方程式との組合せによる合成力学系での制御系設計を提案している。応用例としてステッピングモータにみられる脱調現象の制御問題を取り上げた。この脱調現象は周期倍分岐連鎖によって引き起こされるカオスであり、実用上望ましくない運転状態である。まずステッピングモータが周期インパルス列で駆動される振り子と等価であることを導出し、第2章の結果を踏まえ、ポアンカレ写像の構成と分岐の解析を行なった。また、分岐を抑制する制御器の設計とその制御系の数値シミュレーションを行ない、提案した制御方法の有用性を示した。</p>			

報告番号	甲 工 乙 工 工 修	第 22 号	氏 名	上 田 哲 史
審査委員	主 査	川 上 博		
	副 査	高 橋 義 造		
	副 査	大 恵 俊 一 郎		
学位論文題目 Bifurcation and Controlling Chaos in Nonlinear Dynamical Systems				
審査結果の要旨 <p>本論文は非線形力学系における分岐現象の解析と系に生じるカオス現象を制御し安定な周期状態を実現する一般的手法について研究したものである。主な内容は次のとおりである：強制外力を加えた振り子結合系，ジョセフソン接合素子の結合系（超電導量子干渉計）などの力学系は，常微分方程式に三角関数を含んでいる。そのため，状態空間とパラメータ空間との積空間において周期性を有し，観測される現象もその周期性を反映して複雑になっている。これら力学系にみられる平衡点，周期解の分岐現象を解析し，解の振舞いの定性的性質を検討した。</p> <p>第2章では，回転方向に弾性復元力をもつ振り子を取り上げ，パラメータの変化に伴い発生するヘテロクリニック軌道の分岐構造を解明した。また，2個の振り子を，弾性復元力のある梁で接続した場合と，クラッチを有する剛体で接続した場合について，定トルクを加えたとき発生する平衡点，周期解の分岐の詳細を検討した。これらの解析により，従来知られていなかった，高次元回転系の大域的な解の振舞いを定性的に説明することができた。</p> <p>連続時間系においてカオス応答がみられるとき，そのカオスアトラクタ中に埋め込まれている不安定な周期軌道を安定化する問題をカオス制御という。第3章では，カオス制御理論についての新手法，およびその応用を述べた。従来のカオス制御系の手法の多くは，離散系に対してのみ制御器を構成していたが，本手法では，ポアンカレ写像から導かれる離散系の周期点を安定化する制御器を設計し，状態フィードバックを極配置法で構成する。その制御入力を元の微分方程式系のパラメータへ摂動として加える。すなわち，差分方程式系と微分方程式との組合せによる合成力学系での制御系設計を新しく提案した。</p> <p>応用例としてステップモータにみられる脱調現象の制御問題を取り上げた。この脱調現象は周期倍分岐連鎖によって引き起こされるカオスであり，実用上望ましくない運転状態である。まずステップモータが周期インパルス列で駆動される振り子と等価であることを導出し，第2章の結果を踏まえ，ポアンカレ写像の構成と分岐の解析を行なった。また，分岐を抑制する制御器の設計とその制御系の数値シミュレーションを行ない，提案した制御方法の有用性を示した。</p> <p>以上本研究は，非線形力学の分岐解析とカオス制御に関する一般的手法を示すものであり，本論文は博士（工学）の学位授与に値するものと判定する。</p>				