

氏 名	小 林 邦 博 こ ばやし くに ひろ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 135 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	有 限 時 間 整 定 に 基 づ く 不 連 続 制 御 の 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 林 千博 教授 近藤文治 教授 桑原道義

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は不連続制御において有限時間整定を行なうための条件すなわち目標値の種類と制御対象の伝達関数との間に存在する条件、操作量に課せらるべき制約の検討、および不連続最適制御系の適応制御などに関する著者の研究をまとめたものであって8章よりなっている。

第1章は緒論であってこの論文の内容を概説している。

第2章においては目標値がラプラス演算子の有理関数で表わされる場合、系が有限時間整定するための必要十分条件を求めている。その条件は、目標値と制御系の伝達関数との間に存在すべき一定の関係を示す条件と、必要な操作量の波形に対する条件とからなる。その結果によれば、制御量が目標値に有限時間で整定するためには、目標値を表わす関数が、制御系の伝達関数の一部に含まれていなければならないこと、および有限時間整定させるために加えるべき操作量の波形は制御系の次数に等しい数の条件式を満足しなければならないことを明らかにしている。

第3章では必要な操作量の波形を具体的に決定する方法について検討している。有限時間整定のための操作量は、制約を満足する範囲内で任意の波形を取ることができる。本論では操作量が矩形波形で構成される場合と、連続波形によって構成される場合について詳しく吟味している。矩形波形の操作量を使用する場合には、各矩形波の波高値が他の条件によって予め指定されていると n 次の制御系に対しては整定されるまでに n ケの矩形波を加えることが必要であることを述べている。

第4章においては矩形波形操作量を使用する開回路制御系の性質を検討している。特に2次の制御系で操作量の短形波の波高値、あるいは時間幅が指定されたとき、整定すべき目標値が一定位置、一定速度および一定加速度である場合について吟味している。目標値が一定速度あるいは一定加速度であり、制御量に定常偏差があるような場合には、最初に加えるべき矩形波操作入力は逆極性となる。これを避けるためには、最初の矩形波操作入力を、目標値が与えられてから、ある時間遅らせたのち加えるようにすることが必要であることを述べている。

第5章は矩形波形操作量を使用する n 次の閉回路系に対し、状態変数を用いて有限時間整定の条件式を求め、操作量の制御方法によって不連続最適切換え制御を3種の方法に分類し、その中で著者はパルス時間幅指定方式なるものを提案している。この方法は最短時間応答系ではないが次のような特徴を持っている。すなわち(1)例えば2次系の場合、位相面上の切換線が直線となる。(2)切換線上の切換点で時間おくれを生じて、位相面上の軌道は原点に収斂し、線形制御としての性質を示す。(3)制御対象にむだ時間があるときでも、制御量に不減衰振動が発生することを避けることが出来る。

第6章においては、2次の制御系についてパルス時間幅指定方式による制御を他の不連続最適制御と比較し、その特性を明らかにしている。特に矩形波形操作量を使用する場合、適当な微分補償を加えることによって、補償を加えない場合よりも応答時間を可成り短縮できることが可能であることを述べている。パルス時間幅指定方式を用いる制御にこの方法を併用すると、パルス時間幅指定方式の持っている特性を失なうことなしに応答時間を短縮でき、制御対象がサーボ型の場合は特に微分補償が有効であることを明らかにしている。連続制御系における適応制御については既に色々の研究が発表されているが、本論文の第7章においては、不連続最適切換え制御系に対する自己適応制御を検討している。まず不連続最適切換え制御系では、制御系の各要素が不変であるときはすぐれた制御を行なうことができるが、各要素の特性が変化した場合は制御の性質を悪くし易い。従って不連続最適制御を実際に適用する場合は、連続線形制御系に較べてその制御条件が酷いので、特に適応制御が必要であることを述べ、2つの方法を提案している。その第1は有限時間整定に着目したものである。たとえば2次の制御対象をもつ制御系において、制御の途中で制動比が急変したとき、その大きさを検出して急変後の制御量を有限時間整定させる操作量を新に加える方法である。しかし、これは制動比等の突然変化の場合に限られ、またその適応制御は検知操作を伴うので制御装置は複雑となり、且つ適応制御の速さにも問題がある。そこで第2の方法として著者は次のようなモデル比較法による適応制御を提案している。すなわちモデルとしては要求された必要な特性をもったパルス幅指定方式最適切換え制御系を考え、適応ループの操作量を制御系とモデルとの間の偏差あるいは偏差の微分値の関数として表わし、適応制御のための操作入力の切替えを行なうことにより、操作量を適当な波高値をもつ矩形波形として与える。この方法によれば制動比あるいは利得の任意変化に対して制御系の応答がモデルの応答とあまり差がないような応答速度の優れた適応制御を行なわせることができることを述べている。

第8章は以上の研究結果を纏めたものである。

論文審査の結果の要旨

この論文は、有限時間整定応答系の整定条件について吟味を加え、必要な操作量の性質を詳細に検討するとともに、最適切換え制御を有限時間整定系の立場から再吟味し、新しい制御方式を提案したものである。

有限時間整定系の理論としては、時間領域において取扱う方法と、 Z 変換（あるいはラプラス変換）を用いて論じる方法とがある。著者は前者の方法を用い、目標値と制御系の伝達関数との間に存在すべき条件と、必要な操作量の波形を決定するための条件を明らかにした。著者の理論は従来のに比べて必要

な操作量の決定法に特徴を有し、上にえた条件式を満足する範囲内で、操作量の波形を任意に仮定することができ、従来の矩形波形操作量の外に連続波形操作量も使用することができることを明らかにしている。

さらにその結果を用いて、各種の具体的な制御系について、多数の操作波形について詳細な検討を加え、種々有益な設計資料をえている。

つぎに矩形波形の操作量を用いる有限時間整定応答系を、リレー制御系の切換え問題の立場から吟味し、パルス時間幅指定方式制御なるものを提案している。

操作量の波形の中で、最短時間応答を与えるものは bang-bang 制御である。しかしこの方式は、一方において、切換え線が簡単でない、制御対象がむだ時間をもつと制御が困難になるなどの問題がある。これに対し、著者の方法によれば必ずしも最短時間応答とはならないが、これらの欠点を無くすることのできることを明らかにしている。また応答時間の短縮のためには適当な微分補償を加えることによりかなり応答時間を短縮できる方法のあることを示している。

一般に不連続最適切換え制御系では、特に周囲条件の変化に対する特性劣化が常に問題となり、適応制御の考慮が必要で、そのための付加装置を備えることが望ましい。しかしこのため設備は通常複雑かつ高価となることが多い。これに関して著者は自己適応制御系として制御対象の特性にあまり厳密に關聯しない1つのモデルを考え、制御対象の特性を正確に知り得ない場合でも、制御対象の制御量を忠実にモデルに追従させるようにする方法を提案した。このモデル比較法による自己適応制御は、不連続適応制御系の良さを失なわないはやい適応速度をもつ制御方式である。

以上の研究成果より見られるように、本論文は学術的ならびに工業的に有益であって、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。