

Title	不確定性を含むむだ時間システムに対するスミス制御器に関する研究
Author(s)	内藤, 浩行
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1148
Rights	
Description	Supervisor: 示村 悦二郎, 情報科学研究科, 修士

不確定性を含むむだ時間システムに対するスミス制御器に関する研究

510085 内藤 浩行

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1998 年 2 月 13 日

キーワード： むだ時間，スミス法，実用安定性，多変数制御.

Abstract

このテーマの中で，制御対象とモデルの間の不確かさために生じる不安定な現象を研究し，そして，スミス法で制御された多変数むだ時間システムの実用安定性について考察を行っている．さらに，むだ時間要素とそのモデルの間に不確かさが存在する MIMO のスミス制御系における実用安定性の定義を行い，必要十分条件を導く．

第一に，むだ時間システムとは，制御対象を制御するために必要な信号の伝達に遅れを伴うようなシステムのこという．そして，そのようなむだ時間システムを制御するためのフィードバック制御法の一つに，スミス法がある．スミス法は，制御対象の二つのモデル，すなわち全体の制御対象のモデルと制御対象のむだ時間がないモデルの部分，を含むマイナーフィードバックからなり，マイナーフィードバック内のモデルは閉ループ系からむだ時間の影響をなくす働きをしている．この制御法により，むだ時間を含まないシステムの制御法をむだ時間システムに当てはめることができる．しかしながら，スミス法で制御されたむだ時間システム (以下ではスミス制御系と記述) は，スミス制御系の性質より，どんなに微小な不確かさに対しても閉ループ系の安定性を失う可能性が指摘されている．したがって，微小な不確かさが存在しても安定性を保証する，実用安定性の概念を，スミス制御系に取り込むことが重要である．

実用安定性の概念は，逆に考えることで理解しやすい概念である．そこで，まず，実用不安定性について考えてみる．つまり，モデルが理想的な状況，制御対象とモデルの間にモデル化誤差が無く不確かさが存在しない時，そのシステムが安定となるように制御系を設計することは簡単である．しかし，このモデルと制御対象の間には僅かながらも不確かさをもち，その結果，設計されたシステムは安定性を失うかも知れない．ノミナルケースでは安定だが，不確かさの存在でシステムが不安定になるとき，実用不安定となり，この概念の逆が，微小な不確かさが存在してもシステムの安定性を保証することが実用安定性となる．また，実用安定性はロバスト安定より弱い条件ではあるが，実用安定は特別な場合のロバスト安定に必要となる．つまり，微小な不確かさが存在するだけでシステムの安定性が保証でき無いシステムに対して，まずは，

実用安定性を考えることがロバスト安定性を考える上で必要になる場合があると解釈できる。以上のような、実用安定性の様々な研究が、微小な不確かさで安定性を失うスミス法において行われている。

現在、得られているスミス制御系の実用安定性に対する研究成果は、一入力一出力 (以下では、SISO と記述) の時は必要十分条件が示されてる。だが、パラメータが複数個ある多入力多出力 (以下では、MIMO と記述) のスミス制御系に適用するには、従来の研究成果は十分ではない。よって、MIMO のスミス制御系における実用安定性に対する研究が必要となっている。しかしながら、従来研究で用いられた MIMO の構造は、制御対象の要素にむだ時間要素を含む構造である。さらに、この構造は多数ある MIMO の構造の一種であり、他の構造を持つ MIMO の構造もあると考えられる。そこで、MIMO の制御対象の構造を考える。従来研究で見られる制御対象の構造とは異なる構造をもつ制御対象に対して実用安定性を導出することを行う。つまり、SISO のむだ時間システムを行列に拡張することで MIMO のむだ時間システムとするのではなく、むだ時間要素とむだ時間を含まない制御対象の伝達関数の双方を個別に行列へ拡張し、本研究の制御対象の構造としている。さらに、むだ時間伝達関数行列の構造は対角として、不確かさがむだ時間要素とそのモデルの間に存在する場合を考える。実用安定性の研究において、一般的に不確かさは、全ての伝達要素に存在するとすべきである。しかし、ここでは、不確かさがむだ時間要素だけに表れる場合に制限する。なぜなら、むだ時間要素はむだ時間システムにおいて重要な要素であり、そこに位置する不確かさは周波数に比例した誤差をひき起こし、閉ループ系にその影響を及ぼすからである。

以上の事柄を踏まえて、MIMO のスミス制御系におけるむだ時間要素にのみ不確かさを含む場合の実用安定性の必要十分条件を導く。また、実用安定性は高周波域におけるシステムの本質に依存することを示す。最後に、数値例を用いて本研究で導出した定理の有効性を述べる。