

氏名	鞠 憲
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第1515号
学位授与の日付	平成8年3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文題目	Sensitivity Analysis in Multiple Criteria Optimization (多目的最適化における感度解析)
論文審査委員	教授 谷野 哲三 教授 小西 忠孝 教授 佐山 隼敏 教授 山本 恭二 教授 谷口 健男

### 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

This thesis deals with sensitivity analysis in parametrized multiple criteria optimization from a theoretical point of view. Sensitivity analysis is concerned, in general, with investigation of properties of solutions to optimization problems with perturbed data. Sensitivity analysis is not only theoretically interesting but also practically important.

The first part of this thesis is concerned with the sensitivity analysis in parametrized vector optimization. Given a family of parametrized vector optimization problems, we define three types of set-valued perturbation maps according to three types of solution concepts. We investigate relationships between the contingent derivatives of the perturbation maps and those of the feasible set map in the objective space. Moreover, the behavior of the perturbation maps is also analyzed quantitatively under a certain convexity assumption. In virtue of the convexity assumption, some refined results can be obtained for the behavior of contingent derivatives of the perturbation maps than the general case.

Next we provide some results concerning the trade-off analysis for vector optimization problems via scalarization methods such as the weighted-sums method, the  $\varepsilon$ -constraint method and the weighted Tchebycheff norm method. The trade-off rates between objectives is significantly useful information in interactive multiple criteria decision making methods. We develop a meaningful formula which relates the trade-off rates on the Pareto surface to the Lagrange multipliers.

Finally we investigate the sensitivity analysis of Nash equilibrium points in bimatrix games. The concept of Nash equilibrium points is the most fundamental solution concept in noncooperative games. We provide some interesting results about sensitivity of Nash equilibrium points in bimatrix games by applying the implicit function theorem to the corresponding linear complementarity problems.

## 論文審査結果の要旨

最適化問題に含まれる係数の微小変動によって最適解や最適目的関数値がどのような影響を受けるかを調べることは、最適解を求めることに劣らず重要である。特に、影響の定量的解析を行なうことは、感度解析と呼ばれ、最適化の事後分析において有用であることから、実用上非常に意義深い。本論文では、複数の目的を伴う最適化問題に対する感度解析について考察し、いくつかの新しい理論的成果を得ている。

まず、パラメータに依存するベクトル最適化問題に対する感度解析について考察している。ベクトル最適化問題においては、順序錐が与えられたときに、最小解、真性最小解、弱最小解の3種類の解概念があるが、本論文では、これらの解概念に対応して、パラメータ空間から目的空間への3種類の集合値写像を考え、それらの微分に相当する導写像と実行可能集合値写像の導写像との関係を明らかにしている。さらに、凸性の仮定が満足される問題に対しては、より精緻化された結果が得られることを示している。これらの成果は新規なものである。

次に、ベクトル最適化問題に対する3種類の代表的スカラー手法である、加重和最小化手法、 $\epsilon$ 制約法、重み付きチェビシェフノルム最小化手法において、スカラー化パラメータに関する感度解析によりパレート曲面上でのトレードオフ解析を行なう方法を提案している。トレードオフ解析は対話型手法を用いる際に極めて有用であることから、この成果は意義深い。

最後に、意思決定者も複数となった最適化問題の代表として、双行列ゲームを取り上げ、その基本的な解であるナッシュ均衡が、利得行列の微小変動によりどのように変動するかを、対応する線形相補性問題に陰関数定理を用いて解析する方法を提案している。この方法はナッシュ均衡の安定性についての知見も与えることから、興味深い。

以上のように、本論文は多目的最適化の感度解析に関連したいくつかの新しい興味深い成果を与えており、学問上、実用上寄与する点が少ない。よって、本論文は博士(工学)の学位を授与するに値すると認められる。