

Some Riemannian characteristics and their realization in information geometry

著者	Ivanova Raina Borissova
内容記述	Thesis (Ph. D. in Engineering)--University of Tsukuba, (B), no. 1406, 1998.3.23
発行年	1998
その他のタイトル	リーマン的特徴と情報幾何学におけるそれらの実現
URL	http://hdl.handle.net/2241/2672

氏名(国籍)	ライナ・ボリソバ・イバノバ (ブルガリヤ)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博乙第1,406号		
学位授与年月日	平成10年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	SOME RIEMANNIAN CHARACTERISTICS AND THEIR REALIZATION IN INFORMATION GEOMETRY (リーマン的特徴と情報幾何学におけるそれらの実現)		
主査	筑波大学教授	Ph. D.	坂本直人
副査	筑波大学教授	工学博士	五十嵐 滋
副査	筑波大学助教授	Ph. D.	河口知商
副査	筑波大学併任教授	工学博士	大津展之 (電子技術総合研究所)
副査	筑波大学教授	理学博士	伊藤光弘

論文の内容の要旨

情報科学の分野では、いろいろな意味での情報量があるが、それらの特徴や性質を統一的に幾何学的に捉え研究する科学を「情報幾何学」と呼んでいる。これに対し、著者は純粋にリーマン幾何学をベースとして、リーマン特微量、即ち曲率や、測地線、測地距離といった量を情報の世界で対応させ、情報の特徴や性質を研究している。したがってこの研究は、新しい「幾何学的情報理論」と言っても過言ではない。

この論文は、7章から構成されている。先ず概要(第1章)から始まり、第2章はこの研究に必要な事項の簡単な説明であり、第3～7章迄が研究成果である。

第3章では、リーマン幾何学と情報幾何学の両方への曲率オペレータの応用であり、特に定曲率の統計的パラメータ空間について研究されている。

第4章では、大域的立場でJ-divergenceを幾何学的に研究しており、興味深い。

第5章では、最近工学分野で、盛んに研究されているニューラルネットワークシステムにしばしば登場するロジスティック関数を幾何学的に研究している。ロジスティック密度関数(ロジスティック関数の微分)を一つの確率密度関数と見做すことが出来ることに注目してフィッシャーの情報量を作り、これを計量とする統計的パラメータ空間(リーマン空間)を構成し、その空間の測地線の微分方程式を解き、さらに測地的距離を求めている。この計算は膨大で、随所に工夫が成されている。

第6章では、多次元正規分布によって構成された統計的パラメータ空間の測地線の微分方程式を解くことに成功すると同時に、測地的距離も解析的に与えることが出来た。これはニューラルネットワークシステムに対して応用範囲を著しく広げるだろう。

第7章では、正と負の定曲率空間(2次曲面)の分類分けと、それぞれの曲面の図を計算機で作成するのみならず、指数分布、ロジスティック分布、正規分布をそれらの図面で表現し、比較検討しておりユニークな研究である。

審査の結果の要旨

リーマン曲率、計量、測地線等のリーマン特徴量を統計的パラメータ空間に適用し、幾何学的図形を作成し、指数分布、ロジスティック分布、正規分布等その図形で表現し、分類・比較したユニークな研究である。またロジスティック密度関数を確率分布と見做し統計的パラメータ空間を作成し、その空間の性質を明らかにしている。これは、ニューラルネットワークの世界に幾何学的研究手法の可能性を具体化させる第一歩になる成果であり、大変貴重である。また、独創的発想が随所にみられる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。