

兩個多品質特性製程能力

指標 C_{pm} 差異的複式信賴區間之構建

學生：湯盛全

指導教授：唐麗英 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

製程能力是指在排除所有造成製程不穩定的非機遇性因素後，製程處於統計管制狀態下之實際能力。製程能力指標則可幫助廠商瞭解本身產品製程之穩定度及產品良率，亦可作為廠商之間產品交易或議價之依據。至目前為止，學術界已發展出許多常態或非常態製程及多品質特性製程下的製程能力指標。在眾多的指標當中，單變量製程能力指標的發展已趨成熟，而多品質特性的製程能力指標還在持續的發展中，其中多品質特性製程能力指標 \hat{C}_{pm} 是所有多品質製程能力指標中估計值最準確的指標，但在利用多品質製程能力指標 C_{pm} 來評選兩個製程（或供應商）的製程能力時，由於指標之機率分配過於複雜，迄今未能推導出其相關的統計假說檢定或信賴區間，因此無法發展出檢定兩個製程能力指標 C_{pm} 是否有差異的統計檢定程序。本研究之主要目的即是以複式模擬法（Bootstrap Simulation）來建構兩個多變量製程能力指標 C_{pm} 差異值之 $100(1-\alpha)\%$ 信賴區間，然後以此信賴區間取代統計檢定程序來評估兩個製程（或供應商）能力之優劣。本研究亦將此信賴區間建構流程撰寫成應用流程，並以實例說明其使用方法，以供業界沒有太多統計背景之工程人員使用，藉以增加本研究方法之實用性。

【關鍵詞】製程能力指標、多品質特性、複式模擬法、信賴區間。

Constructing Bootstrap Confidence Interval for the Difference
between Two Process Capability Indices C_{pm}

Student : Sheng-chuan Tang

Advisor : Lee-Ing Tong

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstract

The process capability indices (PCIs) are widely used to evaluate a manufacturer's general process capability. PCIs are generally defined as the ratio of the allowable tolerance of a quality characteristic to the actual process performance. Furthermore, the quality of many products is usually determined by more than one characteristic. Univariate indices are not adequate for assessing the capability of processes with multiple characteristics. Among all developed multivariate process capabilities, \hat{C}_{pm} index has the most accurate estimation of C_{pm} . \hat{C}_{pm} takes into account both the ratio of the tolerance region to the process region and the probability of nonconforming product. However, the exact probability distribution of \hat{C}_{pm} is too complicated to be derived. Consequently, the related hypothesis testing and confidence interval cannot be developed. The main objective of this study is to utilize Bootstrap simulation method to construct confidence interval for the difference of two process capability indices, $C_{pm1} - C_{pm2}$. The proposed Bootstrap interval for $C_{pm1} - C_{pm2}$ can be effectively utilized to compare two multivariate processes. A simplified procedure of constructing the confidence interval for $C_{pm1} - C_{pm2}$ is also provided by this study for engineers without much Statistics background.

【Key Words】 Process capability index, Multivariate process capability, Bootstrap method, Confidence interval.

誌謝

又到了鳳凰花開的季節，有點感傷，有點不捨。距離上一次的這種感覺已經是四年多前的事了，從離開學校到社會，再從社會回到學校，心中的感觸很難用筆墨形容，不管怎麼說，打從內心的最深處，是那麼地高興人生當中有這一段的旅程。

求學的過程中，要深深地感謝我最愛的父母親，永遠無怨無悔的支持我，感謝兄長及諸位姐姐，妹妹的鼓勵。更感謝唐麗英老師的教導，除了論文順利得以完成，更重要的是在這兩年間開啟了我學習的視野。也要感謝研究室的同學文傑、民祥、宏志、冠人、翔百、政勳、忠佐、俊誠，及千慧學姐因為有他們的陪伴，不但讓我的研究所生活增添許多歡樂的氣氛，也留下深刻美好的回憶。

此外感謝已就業的聖慧學姐專程回到學校指導程式及論文的寫作。

最後感謝我的女友惠雅，二年來無條件地包容我所有的情緒反應，給予我精神上最大的鼓勵與支持。



目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍.....	4
1.4 研究架構.....	4
第二章 文獻探討.....	5
2.1 單一品質特性製程能力指標.....	5
2.1.1 常態製程能力指標.....	5
2.1.1 非常態製程能力指標.....	6
2.2 多品質特性製程能力指標.....	7
2.3 複式模擬法.....	14
2.3.1 複式信賴區間.....	14
2.4 其他相關文獻探討.....	17
第三章 研究方法.....	19
3.1 複式信賴區間建構流程.....	19
3.2 構建二元常態分配下製程能力指標值 C_{pm} 差異之信賴區間.....	23
3.3 Bca 有效性分析.....	25
3.4 Bca 敏感度分析.....	26
第四章 實例說明.....	31
4.1 應用流程.....	31

4.2 實例說明.....	32
第五章 結論與建議.....	34
參考文獻.....	35



圖目錄

圖 2.1 製程修正規格範圍與工程規格範圍.....	10
圖 2.2 修正製程範圍圖.....	11
圖 3-1 以複式模擬法構建製程能力指標 C_{pm} 差異信賴區間流程之步驟示意圖..	22
圖 3.2 常態分配之三種衡量指標在製程平均值向量變動時之表現折線圖.....	28
圖 3.3 常態分配之三種衡量指標在製程共變異數矩陣變動時之表現折線圖.....	29
圖 3.4 常態分配之三種衡量指標在製程抽樣樣本數變動時之表現折線圖.....	25
圖 4-1 LNB 產品示意圖.....	32



表目錄

表 2.1、製程能力指標 C_p 、 C_{pk} 、 C_{pm} 、 C_{pmk} 之計算公式.....	5
表 2.2、非常態製程能力指標之計算公式及估計式.....	6
表 2.3、製程能力指標估計式.....	7
表 3.1、常態分配各參數組合表.....	23
表 3.2、常態母體下兩個指標差異值 95%信賴區間之模擬結果.....	24
表 4.1、改善前製程之 40 筆樣本資料.....	32
表 4.2、改善後製程之 40 筆樣本資料.....	32

