



可拓孫子算法的初探

黎劍虹^{1,2,3}

¹香港品質學會會長

²香港城市大學先進設計及系統工程學系特約教授

³廣東工業大學可拓學與創新方法研究所兼職研究員

電郵: kimhlai@cityu.edu.hk

摘要：

孫子兵法為華夏五千年文化為人類的知識寶庫留下的珍貴財富。在國內備受推崇，而且遠播海外，其展示的策略智慧和價值觀念日益受到歐美國家的關注。它們不僅吸取其用兵思想運用到軍事領域，而且廣泛運用於商業領域。在 1983 年，中國學者蔡文在中國的《科學探索學報》發表了論文“可拓集合和不相容問題”，開啟了一個新的研究方向，稱為矛盾問題智慧化處理。提出了形式化表示事、物、關係等資訊和知識的形式化體系，建立了可拓模型構成一門新學科—可拓學。其中的可拓策略生成系統的基礎理論和基本方法研究也非常用於現今商業領域。有鑑於此，本文嘗試用可拓學的基元理論來分析孫子兵法的底層邏輯，從而找出它的普遍演算法及在商業領域中的應用性。基於初步探索，以孫子兵法第一篇 - 始計篇作研究開端，拋磚引玉，希望日後引起各可拓學學者興趣，以《可拓學》來研究不同的經典著作。

關鍵字：孫子兵法，可拓學，可拓分析，可拓孫子算法

A preliminary study of Sun Tzu Algorithm by Extenics

Kim-Hung Lotto LAI^{1,2,3}

¹ Chairman, Hong Kong Society for Quality

² Adjunct Professor, ADSE Dept., CityU

³ Fellow, Institute of Extenics and Innovation Methods, GDUT

Email: kimhlai@cityu.edu.hk

Abstract :

The Art of War (Sun Tzu) is a precious treasure left by the five thousand years of Chinese culture as the treasure of human knowledge. It is highly respected at China and spread abroad. The strategic wisdom and values of “The Air of War” that have attracted increasing attention from European and American countries. They not only absorbed their military thinking and applied them to the military field, but also widely employed them in the commercial field. On the other hand, Chinese scholar Cai Wen published a paper "Extensible Sets and Incompatibility Problems" in China's "Journal of Scientific Exploration" in 1983 that open a new research direction called the intelligent handling of contradictory problems. It proposes a formal system to express information and knowledge of things, objects and relations, etc., as well as established an extension model to form a new discipline — “Extenics”. The basic theory and Method of the Extension Strategy Generation System is also very useful in the current business field. In view of this, this article attempts to use the basic element theory of extenics to analyze the fundamental logic of Sun Tzu's Art of War, so as to find out its universal algorithm and application in the commercial field. Based on preliminary exploration, the first chapter of Sun Tzu's Art of War- Shi Ji is the beginning of the research. It is hoped that in the future, all extenics scholars will be able to use "Extenics" to study different classics.

Keywords: The Art of War, Extenics, Extension Analysis, Extension Sun Tzu's Algorithm



1. 孫子兵法研究導論

《孫子兵法》出現至今已 2500 多年，體現了中國傳統戰略文化的精髓。它早已被譯成英、日、俄、法等 20 多種語言，其思想內涵不僅被用於軍事領域，而且日益廣泛應用於政治、經濟、外交、社會生活和創新創業等各個領域，成為世界文化的遺產。[1] 《孫子兵法》最早的西方譯本是 1772 年法國神父阿米奧（Jean Joseph Marie Amoit）的法譯本，最早的英譯本是英國炮兵上尉卡爾斯羅普（E.F. Calthrop）的譯本，而國外《孫子兵法》研究影響最大、成果最為豐碩的，非美國莫屬（如美國西點軍校）。美國的《孫子兵法》研究大致分為四個階段：20 世紀初至第二次世界大戰結束的起步期、第二次世界大戰結束至 20 世紀 70 年代末的發展期、20 世紀 80 年代至 20 世紀末的繁榮期、21 世紀初至今的深化期。他們關注和研究《孫子兵法》有以下特點：實用性、廣泛性、創新性、多樣性、連續性。[2]

雖然《孫子兵法》的研究文章不可勝數，但用量化分析來研究就不多。崔春光的“淺談孫子兵法中量化分析軍事思想”中，嘗試探討了以下三點：[3]

- 一、軍事力量對比，分析形成戰鬥力的比例係數；
- 二、施行政治有“道”，增強部隊戰鬥能力成倍增長；及
- 三、“將帥”的綜合能力，是一個軍隊必勝的必然條件。

在《孫子兵法》的第一篇－“始計篇”，開篇即以“兵者，國之大事也；死生之地，存亡之道，不可不察也。”來評價戰爭及突出其重要性作分析。孫子提出“五事”、“七計”來判斷戰爭勝負的情勢，以及要考慮將帥能力如掌握“五事”和“七計”的運用。繼而提出“兵者，詭道也。”這是首次把詭詐用兵放至戰略的高度。最後孫子用“夫未戰而廟算勝者，得算多也”及“多算勝，少算不勝”的觀點來強調慎戰及重戰的態度。要求決策者在進行戰爭之前，要作出周密的計畫及創造有利贏得勝利的條件。

本文嘗試用可拓學的基元理論來分析孫子兵法的第一篇－“始計篇”作研究及建立模型作未來量化分析之用。

以下表 1 是決定戰爭勝負條件的“五事、七計”及圖 1 是將帥五德。

| 五事 | 七計 |
|-------|-----------------|
| 道(政治) | 主孰有道(那方的君主政治賢明) |
| 天(天時) | 天地孰得(那方擁有更好的天時) |
| 地(地利) | (那方擁有更好的地利) |
| 將(將領) | 將孰有能(那方的將帥才能更好) |
| 法(法制) | 法令孰行(那方的法令貫徹執行) |
| | 兵眾孰強(那方的軍隊兵器更強) |
| | 士卒孰練(那方的軍隊訓練有素) |
| | 賞罰孰明(那方的賞罰分明公正) |

表 1 “五事、七計”



圖 1 將帥五德

2. 介紹可拓學

可拓理論，可拓創新方法和可拓工程形成了一門名為“可拓學”的新科學。蔡文教授自 1976 年開始研究處理不相容問題的基本理論和方法論研究課題。然後，可拓學的誕生是他在 1983 年在中國科學雜誌上發表的第一篇論文名為“可拓集與不相容問題”。可拓學是一門原創的中國新科學，它研究了事物擴展的可能性，開發創新的規則和方法，以形式化模式解決矛盾問題。矛盾問題 (P) 被定義為在當前條件或限制 (I) 下無法達到目標 (g)。公式是 $P = g \uparrow I$ [5][6]。

基元 (B) 是可拓學的邏輯單元，包括物元 (M)，事元 (A) 和關係元 (R) (見圖 2)。基元是由物件 (O)，特徵 (c) 及其量值 (v) 組成的有序三元組，由 $B = (O, c, v)$ 表示。

對於物元，事物元素名稱用作物件， $M = (O_m, c_m, v_m)$ 。

對於事元，動作用作物件的， $A = (O_a, c_a, v_a)$ 。

對於關係元，將關係名稱用作物件的， $R = (O_r, c_r, v_r)$ 。

他們中的許多人需要依靠事物本身的轉化來解決矛盾問題。

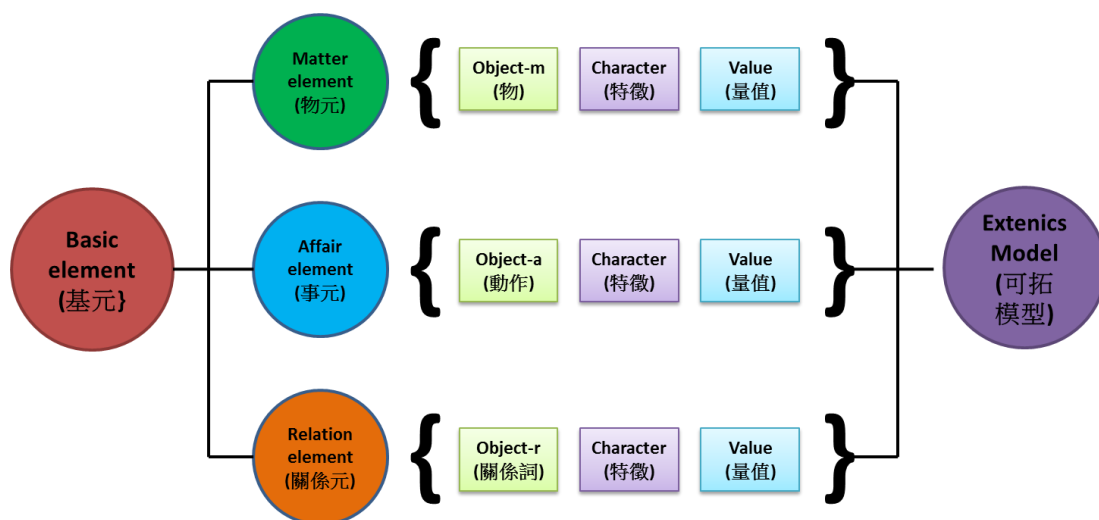


圖 2 基元族 - 構成可拓學模型的關鍵元素

以下是用可拓學的基元理論來描述孫子兵法的第一篇“始計篇”的一些重要觀點及建立相關模型。

3. 孫子兵法的可拓模型

首先孫子以“兵者，國之大事也；死生之地，存亡之道，不可不察也。”為綱領，它的可拓模型用事元來表現。如下：

$$A_{F1} = \begin{bmatrix} \text{戰爭 F1} & \text{支配對象} & \text{敵方 E1} \\ & \text{施動對象} & \text{我方 I1} \\ & \text{接收對象} & \text{國家人民} \\ & \text{重要性} & \text{極高 (國之大事)} \\ & \text{人民狀態} & \text{生、死} \\ & \text{國家狀態} & \text{存、亡} \end{bmatrix}$$

$$A_{F2} = \begin{bmatrix} \text{研究 S1} & \text{支配對象} & \text{戰爭 F1} \\ & \text{清楚程度} & \text{極高 (不可不察)} \end{bmatrix}$$

之後孫子提出“五事”，“一曰道，二曰天，三曰地，四曰將，五曰法。”再加以描述。

五事的描述可用物元、事元、關係元來表達。如下：

(一) 道者，令民於上同意者也，可與之死，可與之生，民不詭也。(道 = Politic (P1))

關係元

$$R_{P1} = \begin{bmatrix} \text{官民關係 (道) P1} & \text{前項} & \text{人民} \\ & \text{後項} & \text{在上位者} \\ & \text{信任度} & \text{[低 ... 高]} \\ & \text{維繫方式} & \text{共同的意志} \end{bmatrix}$$

(二) 天者，陰陽、寒暑、時制也。(天時 = Timing (T1))

物元

$$M_{T1} = \begin{bmatrix} \text{天 (天時) T1} & \text{狀態} & \text{白晝、黑夜、晴天、雨天} \\ & \text{溫度} & \text{[低 ... 高] / 寒冷、酷熱} \\ & \text{時間} & \text{春、夏、秋、冬} \end{bmatrix}$$

(三) 地者，高下、遠近、險易、廣狹、死生也。(地利 = Location (L1))

物元

$$M_{L1} = \begin{bmatrix} \text{地 (地利) L1} & \text{地形} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{征戰路途} & [\text{遠} \dots \text{近}] \\ & \text{地勢} & [\text{險峻} \dots \text{平坦}] \\ & \text{區域} & [\text{狹窄} \dots \text{寬廣}] \\ & \text{軍隊狀態} & \text{生、死} \end{bmatrix}$$

(四) 將者：智、信、仁、勇、嚴也。(將帥 = General (G1))

物元

$$M_{G1} = \begin{bmatrix} \text{將帥 G1} & \text{智度 (足智多謀)} c_{g1} & [\text{低} \dots \text{高}] v_{g1} \\ & \text{信度 (賞罰分明)} c_{g2} & [\text{低} \dots \text{高}] v_{g2} \\ & \text{仁度 (愛護部屬)} c_{g3} & [\text{低} \dots \text{高}] v_{g2} \\ & \text{勇度 (勇敢堅毅)} c_{g4} & [\text{低} \dots \text{高}] v_{g2} \\ & \text{嚴度 (樹立威嚴)} c_{g5} & [\text{低} \dots \text{高}] v_{g2} \end{bmatrix}$$

因此將帥的好壞、能力 (y_{G1}) 可用以下公式描述。

$$\begin{aligned} y_{G1} &= f(c_{g1}, c_{g2}, c_{g3}, c_{g4}, c_{g5}) \\ &= w_{g1} \cdot v_{g1} + w_{g2} \cdot v_{g2} + w_{g3} \cdot v_{g3} + w_{g4} \cdot v_{g4} + w_{g5} \cdot v_{g5} \end{aligned}$$

(方程式一)

w_{gx} 是將帥的每項能力的權重。

(五) 法者：曲制、官道、主用也。(法制 = System (Sy))

物元

$$M_{Sy1} = \begin{bmatrix} \text{法制 Sy1} & \text{組織度 (軍隊的編制制度)} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{管理度 (官吏的指揮方式)} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{決策度 (君主的運用調度)} & [\text{低} \dots \text{高}] \end{bmatrix}$$

之後孫子討論七計來比較雙方，可知勝負。“曰：主孰有道？將孰有能？天地孰得？法令孰行？兵眾孰強？士卒孰練？賞罰孰明？吾以此知勝負矣。”事元描述如下：

$$A_{C1} = \begin{bmatrix} \text{比較 C1} & \text{支配對象} & \text{敵方 E1} \\ & \text{施動對象} & \text{我方 I1} \\ & \text{道 (政治) 賢明度} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{將 (將帥) 能力度} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{天時地利 擁有度} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{法 (法制) 執行度} & [\text{低} \dots \text{高}] \\ & \text{軍隊及兵器強度} & [\text{弱} \dots \text{強}] \\ & \text{士卒訓練度} & [\text{不足} \dots \text{充分}] \\ & \text{賞罰公平度} & [\text{不公} \dots \text{公平}] \end{bmatrix}$$

“五事” 包含 “七計”，其中法制包含了執行度、軍隊及兵器強度、士卒訓練度及賞罰公平度。所以孫子說：知五事者勝，不知者不勝。這裡可以用基元相關網描述。

戰爭戰勝率的相關網如下：

$$A_{F1} = [\text{戰爭 F1} \quad \text{戰勝率 } c_{F1} \quad [0\% \dots 100\%]]$$

$$A_{F1} \sim \begin{cases} R_{P1} = & (\text{官民關係 (道) P1} \quad \text{了解程度} \quad [\text{不足} \dots \text{充分}], v_{P1}) \\ M_{T1} = & (\text{天 (天時) T1} \quad \text{了解程度} \quad [\text{不足} \dots \text{充分}], v_{T1}) \\ M_{L1} = & (\text{地 (地利) L1} \quad \text{了解程度} \quad [\text{不足} \dots \text{充分}], v_{L1}) \\ M_{G1} = & (\text{將帥 G1} \quad \text{了解程度} \quad [\text{不足} \dots \text{充分}], v_{G1}) \\ M_{Sy1} = & (\text{法制 Sy1} \quad \text{了解程度} \quad [\text{不足} \dots \text{充分}], v_{Sy1}) \end{cases}$$

∴ 戰爭戰勝率的公式是

$$\begin{aligned} c_{F1} &= f(R_{P1}, M_{T1}, M_{L1}, M_{G1}, M_{Sy1}) \\ &= w_{F1} \cdot v_{P1} + w_{F2} \cdot v_{T1} + w_{F3} \cdot v_{L1} + w_{F4} \cdot v_{G1} + w_{F5} \cdot v_{Sy1} \end{aligned}$$

(方程式二)

w_{Fx} 是戰爭的每項要素的權重。

孫子繼而提出 “兵者，詭道也。” 這正正應用了不同的變換規則如負正共軛變換及可拓變換的運算方法中的逆變換等。用事元來表達 “故能而示之不能，用而示之不用，近而示之遠，遠而示之近。” 如下：

$$A_{D1} = \begin{bmatrix} \text{顯示 D1} & \text{作戰能力 (Capability)} & \text{高 } (v_{D1}) \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{有意打} \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{接近敵人 } A_{D2} \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{遠離敵人 } A_{D3} \end{bmatrix}$$

$$T_A A_{D1} = \begin{bmatrix} \text{顯示 D1} & \text{作戰能力 (Capability)} & \text{低 } (-v_{D1}) \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{无意打} \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{远离敌人 } A_{D3} \\ & \text{作戰意圖 (Intention)} & \text{接近敌人 } A_{D2} \end{bmatrix} = A'_{D1}$$

最後孫子用“多算勝，少算不勝，而況無算乎！”作結。說明充分計畫及計謀的變化以至出其不意對戰爭的重要性。

4. 運用孫子兵法的可拓變換解決軍事矛盾問題案例

以“圍魏救趙”為例說明孫子兵法的可拓變換來解決矛盾問題。故事發生在西元 353 年，魏國進攻趙國，大軍圍住了趙國的邯鄲。趙國向齊國求救，齊國的孫臏認為魏國以精銳攻趙，國內空虛，遂引兵攻魏國的大樑，可逼使魏軍趕回應戰。這裡運用了《孫子兵法》虛實篇中的“故我欲戰，敵雖高壘深溝，不得不與我戰者，攻其所必救也”。用可拓模型表示如下：

4.1 建模階段

目標 (g)：齊國拯救趙國。

$$G_1 = \begin{bmatrix} \text{拯救,} & \text{支配對象,} & \text{趙國} \\ & \text{施動對象,} & \text{齊軍} \\ & \text{時間,} & \text{戰國時期} \end{bmatrix}$$

因此齊國出兵到邯鄲如下：

$$A_1 = \begin{bmatrix} \text{進攻 a1} & \text{支配對象} & \text{魏軍} \\ & \text{施動對象} & \text{齊軍} \\ & \text{地點} & \text{趙國的邯鄲} \\ & \text{行軍路程} & \text{長} \\ & \text{行軍時間} & \text{長} \\ & \text{力量 (兵力)} & \text{強} \end{bmatrix}$$

此時魏軍正在進攻趙國的邯鄲。



$$A_2 = \begin{bmatrix} \text{進攻 a2} & \text{支配對象} & \text{趙國} \\ & \text{施動對象} & \text{魏軍} \\ & \text{地點} & \text{趙國的邯鄲} \\ & \text{行軍路程} & 0 * \\ & \text{行軍時間} & 0 * \\ & \text{力量 (兵力)} & \text{强} \end{bmatrix}$$

*0 - 因為正在圍住了趙國的邯鄲。

條件/限制 (1) : 齊國出兵力量要强及行軍時間要短。

$$A_3 = \begin{bmatrix} \text{進攻 a3} & \text{支配對象} & \text{魏軍} \\ & \text{施動對象} & \text{齊軍} \\ & \text{地點} & \text{趙國的邯鄲} \\ & \text{行軍路程} & \text{長} \\ & \text{行軍時間} & \text{短} \\ & \text{力量 (兵力)} & \text{强} \end{bmatrix}$$

如要趕緊行軍，就會使軍隊疲勞而變弱。傳導變換如下：

$$\begin{aligned} \varphi_1(\text{進攻 a1}, \text{行軍時間}, \text{長}) &= (\text{進攻 a1'}, \text{行軍時間}, \text{短}) \\ T_{\varphi_1}(\text{進攻 a1}, \text{力量 (兵力)}, \text{强}) &= (\text{進攻 a1'}, \text{力量 (兵力)}, \text{弱}) \end{aligned}$$

核問題: $P = g_0 \uparrow 1_0$ 。

目標 (g):

$$A_1 = \begin{bmatrix} \text{進攻 a1} & \text{行軍時間} & \text{長} \\ & \text{力量 (兵力)} & \text{强} \end{bmatrix}$$

條件/限制 (1) :

$$A_3 = \begin{bmatrix} \text{進攻 a1} & \text{行軍時間} & \text{短} \\ & \text{力量 (兵力)} & \text{强} \end{bmatrix}$$

4.2 拓展分析階段

在拓展分析中，把不同的特徵的量值拓展。如加倍兵力或改變進攻地點等。

$$A_1 = (\text{進攻 a1} \quad \text{力量 (兵力)} \quad \text{强}) - \begin{cases} A_1' = (\text{進攻 a1} \quad \text{力量 (兵力)} \quad \text{强} \times 2) \\ A_1'' = (\text{進攻 a1} \quad \text{地點} \quad \text{魏國的大樑}) \end{cases}$$

$$T_{11}A_1 = A_1' \quad \text{and} \quad T_{12}A_1 = A_1''$$

4.3 變換階段

如要趕緊行軍，就會使軍隊疲勞而變弱。如要維持力量強，只有加倍兵力。傳導變換如下：

$$\varphi_1(\text{進攻 a1 行軍時間 長}) = (\text{進攻 a1' 行軍時間 短})$$

$$T_{\varphi_1}(\text{進攻 a1' 力量 (兵力) 強} \times 2) = (\text{進攻 a1' 力量 (兵力) 強})$$

或改變地點縮短行軍時間也能以強對弱。如下：

$$\varphi_2(\text{進攻 a1 地點 趙國的邯鄲}) = (\text{進攻 a1' 地點 魏國的大樑})$$

$$T_{\varphi_2}(\text{進攻 a1 行軍時間 長}) = (\text{進攻 a1' 行軍時間 短})$$

這裡再發生二次傳導變換，魏軍趕回大樑應戰。

$${}_1T_2(\text{進攻 a2 地點 趙國的邯鄲}) = (\text{進攻 a2' 地點 魏國的大樑})$$

在魏國方面的傳導變換如下：

$$\varphi_3 \left(\begin{array}{l} \text{軍隊 b1} \quad \text{地點} \quad \text{魏國的大樑} \\ \text{力量 (兵力)} \quad \text{強} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{軍隊 b1'} \quad \text{地點} \quad \text{趙國的邯鄲} \\ \text{力量 (兵力)} \quad \text{強} \end{array} \right)$$

$$T_{\varphi_3} \left(\begin{array}{l} \text{守軍 b2} \quad \text{地點} \quad \text{魏國的大樑} \\ \text{力量 (兵力)} \quad \text{強} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{守軍 b2'} \quad \text{地點} \quad \text{魏國的大樑} \\ \text{力量 (兵力)} \quad \text{弱} \end{array} \right)$$

所以目標(g)由齊國出兵到邯鄲救趙國變為齊國出兵到大樑救趙國。

4.4 選擇階段

解決方案的優劣判斷是基於相關函數。為了簡單地表達這個想法，根據領域知識和實際問題的要求，設衡量指標集為 $MI = \{ MI1, MI2, MI3, MI4, MI5 \}$ ；這正正可以用戰爭戰勝率的方程式二來衡量。最後齊國決定孫臏的計謀出兵魏國的大樑，使得魏軍退出趙國，趙國之危不戰而解。在“圍魏救趙”例子中，體現元素和準則的可拓變換，由其是傳導變換。以上多次兩軍的傳導變換解釋了“圍魏救趙”的目標蘊含方法如下：

$$G_1 = \left[\begin{array}{l} \text{拯救, 支配對象, 趙國} \\ \text{施動對象, 齊國} \\ \text{時間, 戰國時期} \end{array} \right] \Leftarrow G_2 = \left[\begin{array}{l} \text{圍攻, 支配對象, 魏國} \\ \text{施動對象, 齊國} \\ \text{時間, 戰國時期} \end{array} \right]$$



5. 結論

《孫子兵法》是中國傳統戰略的精髓，在商業領域中的應用很廣。如能以《孫子兵法》為藍本再用量化分析來研究它的演算法，在應用方面會更有系統。最近作者用可拓學在商業模式的嘗試，以及提出了新的可拓商業創新模型（ExBIM）方法，取得初步成功。[7]因此，再用可拓學的分析方法來研究《孫子兵法》，嘗試找出它的策略變化及規律。以下有兩方面可以用於商業機構：

（一） 人事選拔

在方程式一中，有五方面來評估人才(將帥)的能力即智、信、仁、勇、嚴。但在《孫子兵法》沒有提出各能力的比重。可以用公司人事升遷的大資料，以將帥五德來挖掘出各能力的比重來完善公式演算法。

（二） 公司成功上市評估

在方程式二中，戰勝率的公式以道、天、地、將、法的瞭解程度為基礎來評估成敗。可以用成功上市及不成功上市的公司的大資料來作機器學習，從而得出各比重來完善公式演算法。[8] 風險投資公司就可以用它來估計某公司能否發展至上市的機會率。

（三） 初創企業產品及市場策略生成

初創企業的創辦人及團隊更需要人才(將帥)，正是方程式一中所說的將帥五德，在產品創新及市場策略更需要在方程式二中的成敗機率評估來平衡風險與機會，再溶合孫子兵法和可拓變換而生出妙計達至創新。

本文期望以後能把《孫子兵法》十三篇以可拓模型來分析及建立它們之間的相關網及其傳導變換，再加上大資料及資料採擷來建立一整套商業評估工具來幫助企業作出有利的決策。最後結合當代經濟與社會發展需求，展望可拓學與孫子兵法有機溶合成可拓孫子算法，由其是用可拓學的共軛分析、相關分析、蘊含分析以及可拓變換和傳導效應等，為企業提供具民族智慧的商業策略。



參考文獻：

- [1] 江新鳳 (2014) “日本的《孫子兵法》研究” *濱州學院學報*, 2014, Vol. 30 (5), p. 73-78
- [2] 商海燕, 高潤浩 (2014) “近百年美國《孫子兵法》研究述評” *濱州學院學報*, 2014, Vol. 30 (5), p. 58-66
- [3] 崔春光 (2010) “淺談孫子兵法中量化分析軍事思想” *才智*, 2010 (27), p. 287-287
- [4] Osterwalder, A., and Pigneur, Y. (2010) “Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers” Hoboken NJ: John Wiley & Sons.
- [5] Cai, W. (1983) “Extension Set and Non-Compatible Problems”, *Scientific Exploration* (1), pp. 83-97. (蔡文. 可拓集合與不相容問題[J]. *科學探索學報*, 1983, (1):83-97.)
- [6] Yang, C.Y. and Cai, W. (2013) *Extenics: Theory, Method and Application*. Beijing: Science Press. (楊春燕, 蔡文. 可拓學[M]. 北京:科學出版社, 2014.)
- [7] Lai, Lotto K.H. (2020) “Extension Business Innovation Model Approach in Covid-19 Outbreak Situtation” *Proceedings of the 18th ANQ Congress in Seoul, Korea*, ANQ-023.
- [8] 蔡文, 楊春燕, 陳文偉, 李興森. 可拓集與可拓資料採擷[M]. 北京:科學出版社, 2008.