

考量目標卡路里消耗量之自行車騎乘路線規劃問題

吳旻哲

成功大學資訊管理研究所

近來大眾之健康觀念及環保意識提升，騎乘自行車已逐漸成為主流運動之一。本研究將探討兩類騎乘路線（簡單路徑及迴圈路徑）之規劃方式，期能找出可滿足騎乘者設定之目標卡路里消耗量範圍的最安全騎乘路線。

我們首先考量三維的地理資料、風向與風速，配合騎乘者及自行車的重量、速度，提出騎乘各路段之卡路里消耗量估算方式。若將各路段之卡路里消耗量視為其路段長度，則尋找一條符合騎乘者設定的卡路里消耗範圍之騎乘路線，將等同於求解一具有長度限制的路徑規劃問題，為一NP-hard 問題，與文獻中大部分以求解最短路徑問題為主的汽車路徑規劃議題大相逕庭。然而我們發現此兩類路線規劃問題之數學規劃模式，其將受長度下限之影響而產生許多額外的排除子迴圈限制式（subtour elimination constraints），因此本研究針對此兩類路線個別推導其專屬的子迴圈排除限制式，並以 Branch-and-Cut (B&C) 手法加速其求解效率。此外，我們亦針對有效不等式（valid inequalities）及前處理演算法（preprocessing algorithm）作探討，並比較這兩種方法對於整數規劃模式求解效率的影響性。

由於第一類問題為一尋找長度符合限制範圍的簡單路徑問題，因此可將其轉化為具額外限制的最短路徑（Constrained Shortest Path；CSP）問題來求解。本研究參考相關CSP 文獻，提出改良式的前K最短路徑（K-Shortest Path；KSP）演算法及拉氏釋限法（Lagrangian Relaxation；LR）來求解之。然而，測試結果顯示KSP及LR法皆可能耗時甚久，且求解效率隨網路規模變大而變差。為能更快求出品質不錯的路線以增加本研究之實用價值，我們亦針對此簡單路徑與迴圈路徑等兩類路線個別設計數種基因演算法（Genetic Algorithm；GA）及粒子群演算法（Particle Swarm Optimization；PSO）。數值測試結果顯示，GA之求解效率與效能皆劣於PSO，且PSO之求解效能較穩定且求解品質亦表現不錯，因此當時間有限且可接受非最佳騎乘路線時，本研究建議使用PSO當作路線規劃的計算機制。

關鍵字：騎乘路線、卡路里、整數規劃、基因演算法、粒子群演算法