



對香草口味過敏的車

貝式網路解開因果關係的迷思！

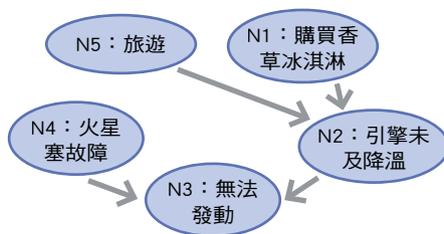
美國通用汽車公司客服部曾收到一封抱怨信，有位顧客全家習慣在飯後投票決定吃何種冰淇淋，然後由他開車去採購。問題就在買冰淇淋的過程中發生：這名顧客發現每當他買的冰淇淋是香草口味時，從店裡出來後車子就會發不動，而買其他口味時車子就毫無問題。他強烈懷疑他的車討厭香草口味的冰淇淋。通用公司在第一次收到這樣的抱怨信時，覺得實在是太過荒唐所以不予理會，但是不久又收到該名客戶同樣的抱怨，於是派一位工程師去察看。工程師與客戶連續三次晚餐後一起去同一間商店買冰淇淋，果然發現只有買香草冰淇淋的那晚，車子在買完後發不動。

工程師當然不相信真的有對香草口味過敏的車，於是詳細記下這三個晚上的種種資料，包括車子開出開回、停留時間、車況以及用油的種類等。將這些資料做分析比對後，他發現買香草冰淇淋所花的時間比其他口味來得少。因為這家冰淇淋店最暢銷的口味就是香草冰淇淋，所以店家將其放置在店裡最容易拿到的地方。這個發現讓工程師找出了原來這部車的問題來自於「氣塞現象」，也就是買香草冰淇淋所花的時間不足以讓引擎散熱，導致發動失敗。

這個事件告訴我們，對一件事如果從錯誤的角度切入分析，很可能就會

得到錯誤的結論。引擎冷卻時間不夠才是造成車子無法發動的主因，不是香草冰淇淋導致引擎不能發動。

美國加州大學洛杉磯分校的人工智慧學家兼哲學家珀爾（Judea Pearl），在1985年提出「貝式網路」（Bayesian network）的概念來表達事件的因果關係。貝式網路中每個節點都代表一個事件，而事件與事件之間如果有直接因果關係，則會有一個有向的連結。比如說上述的例子，可以利用下圖的貝式網路表示：在這個網路中，我們可以清楚看見購買香草冰淇淋（N1）跟車子無法發動（N3）並沒有直接的因果關係，而是間接經由「引擎未及降溫」（N2）連結。



我們稱 N1 與 N3 「條件獨立」（conditional independent）於 N2。意思是如果 N2 為已知，則 N1 不會影響 N3。此外，貝式網路中的每一個連結會伴隨著一個機率分佈表，最上層的節點也會自己有一個「先驗機率」（prior probability）的表。有了這樣機率分佈，我們也可以藉此預測並量化每個事件節點對其他事件節點的影

響。例如我們可以計算如果去旅遊，則汽車無法發動的機率。

貝式網路的基本概念，現在已是機率、統計甚至人工智慧這些學門的必備知識。而貝式網路其他的相關機制，包含自動推論、學習與演化等，在這數十年也有相當多的文獻探討。

有一個似是而非的論述是這樣說的：根據統計發現，因機車車禍而死亡的人中，有九成沒有戴安全帽，所以應規定騎乘機車要戴安全帽。這個因果論述有一個很大的漏洞：試想，如果全國人民都戴安全帽騎車，那麼車禍死亡者將會100%都是有戴安全帽的。我們可以因此說戴安全帽很不安全嗎？事實上要探討戴安全帽的優劣，應該是比較有戴安全帽的人與沒戴安全帽的人若發生車禍的死亡率，而非單純看車禍死亡中的比率。這樣的邏輯論述，也可以輕易從貝式網路中看出端倪。

找出對香草過敏的車或可博君一笑，但是如果因為錯誤的推論導致有問題的決策，其後果將不是一笑可以置之的。珀爾發明的貝式網路，不僅早已被用在智慧型的電腦資訊分析上，也可以幫助人類在決策時能仔細釐清事件之間的因果關係，做出最好的判斷。



林守德 台灣大學資訊系助理教授、中華民國人工智慧協會秘書長