

細說車牌辨識率與辨識速度

作者 台灣高思科技 周天蔚 Alan Chou
邀稿人 賈定洋

最近幾年比較嚴謹的停管系統，越來越多人使用車牌辨識系統，各式各樣的車牌辨識系統也隨處可見，更是停車場跟上時代潮流的象徵。但也有工程商用過一次車牌辨識後，就卻步了，也有消費者採購車牌辨識後大失所望。為何同為車牌辨識系統，各家廠牌的「車牌辨識率」與「辨識速度」效果大相逕庭呢？

車牌辨識架構種類

所謂「辨識機制」，就是判斷車號決定辨識結果的單元。依「辨識機制」的位置主要分為三大類，「前端辨識」、「後端辨識」與「中間辨識」。

「前端辨識」

前端辨識大部分是由攝影機硬體商開發，有些廠商稱為「邊緣辨識」，中國則簡稱「一體機」，一體機的好處是建置成本較低，組成零組件也簡單。但因零組件硬體資源有限，通常會有輸入名單筆數限制，辨識率較差，辨識速度也較慢；最大的問題是日後故障維修，因為一體化的關係，若故障需將整

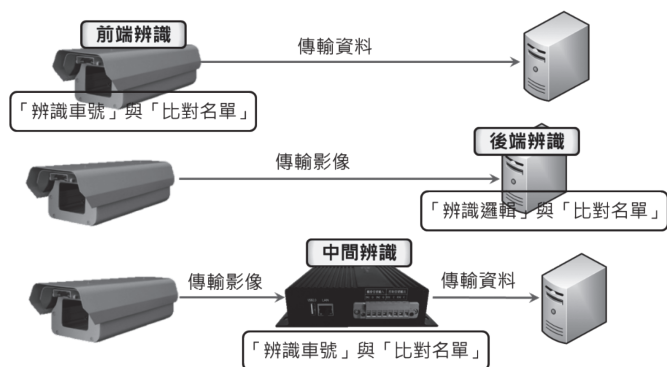
支鏡頭送原廠維修，維護成本較高，維修等待空窗期較長。

「後端辨識」

後端辨識大部分由軟體商開發，因辨識邏輯是由後端強大的電腦運算，所以有較高的辨識準確率。但天底下沒有不當機的電腦，後端辨識常見的問題，就是電腦當機後系統停擺。也因後端辨識大部分由軟體商開發，業者常常需要自尋攝影機搭配，若業者對攝影機經驗不足，常常會因為選擇不適當的攝影機，造成系統運作不順暢。

「中間辨識」

中間辨識構成組件較多，是三種架構中成本最高的，但也解決了上述系統所面臨的問題。前端就只是網路攝影機，日後維護成本較低，即使整支攝影機更換也簡單迅速；中間辨識主機就如同門禁卡機一樣，通常是獨立特定的處理器架構，所以不會有電腦當機的問題。若製造開發商選配得宜，還能降低製造成本，這是最好的架構選擇。



車牌辨識系統的辨識率

很多車牌辨識系統廠商的規格都寫「辨識率99%」，而且幾乎都會加上「排除條款」：大角度辨識、車牌老舊掉漆、車牌污損、車牌變形、夜間辨識、西曬辨識、雨天辨識…諸如此類的狀況都不列入辨識率計算。這樣的要求看似合理，殊不知這已埋下無條件驗收的陷阱。

台灣車齡15年以上的車輛占三成以上，車齡超過10年的車輛更達56%；如果車牌老舊掉漆、車牌污損、車牌變形這些情況，不列入計算的話。那麼有一大半的車輛，都被排除在辨識率計算之外，那統計辨識率就沒有意義了。就好比數學考試，把難題都排除在外，只考加減乘除，不考微積分，當然所有的人都可以考99分，但完全看不出學生程度的好壞。

有些車牌辨識系統，只要遇到雨天或天氣不佳的時候就罷工；但台灣一年平均約有142天下雨，也就是一年中，超過1/3的時間都在下雨；如果一個警衛一年休息142天，一年有1/3的時間無門禁，應該不是一般人可以接受的。

這就是為什麼連低廉的車牌辨識系統，都敢寫「辨識率99%」，因為難題都已排除在辨識率計算之外。一個好的車牌辨識系統，是會把上述日常所遇到的情形，都列入辨識率計算的，即使車牌老舊掉漆、車牌污損、車牌變形…都算在內，辨識率依然可以保持在99%。

再者，各家車牌辨識廠商號稱「辨識率99%」的數據，是從那兒來的呢？很多廠商根本沒有大批量實驗測試與長時間工程實績統計，辨識率99%完全只靠吹噓。專業且有誠信的車牌辨識廠商，辨識率99%應該要來自邏輯實驗測試報告，與歷年工程實績的驗收數據。

車牌辨識在實際應用上，辨識率99%是不夠的

市售車牌辨識系統均號稱辨識率達99%，乍聽之下是個完美的系統；殊不知在實際應用上，辨識率如果不能達99.9%、99.99%，甚至逼近100%，會讓門禁系統窒礙難行。以台灣大專院校為例，車號名單數量平均值約在5000筆，粗略概算若有1%的失誤率，也就約有50輛車會在上下課時段卡在進出口，那一定造成大塞車。其實不用50輛車，就算5輛車辨識出問題，都足以讓一般百戶社區大樓，於上下班時間塞到馬路上了。再者，大部分市售車牌辨識系統辨識率統計，均排除車牌老舊掉漆、車牌污損、車牌變形…等情況。這些常常遇到的場景，卻被排除在辨識率統計之外，這就是為什麼有些號稱辨識率有99%的車牌辨識系統，讓工程商用過一次後，就驚恐萬分的原因。



車牌辨識率，為何不寫100%？

車牌辨識率「理論上」是不可能100%的，其原因並非字型特徵辨識錯誤，如3辨識成8，這屬於低級錯誤，只會出現於低階的前端辨識系統。車牌辨識理論上不可能100%的最主要原因，是因為「認知不同」。

右圖車牌左三碼車號
是0V0 (零V零)?
還是OVO (歐V歐)?



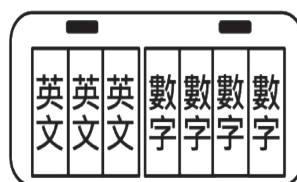
上圖車牌左三碼車號辨識為0V0（零V零）或是OVO（歐V歐），都對也都不對。辨識的對與錯，完全取決於「認知」；若辨識系統認為是0（零），但人腦認為是O（歐），在「認知」上完全不能判定誰對誰錯？但在門禁名單的文字比對上，0（零）與O（歐）就是截然不同的兩個身分，就會有對錯之分，就會有門禁放行還是不放行的問題。這就是車牌辨識理論上不可能100%的最主要原因。

為使讀者更容易理解，上述是較為極端的例子。一般人對於字型相似度的概念，都是以我們書寫體或印刷體為認知；但有些英數字型，在我們認知上截然不同，可是在台灣車牌字型中卻極其相似，尤其是在車牌占畫面比例很小，且側看偏角十分大的時候，乍看之下幾乎是一模一樣的。如舊字型Y與V、舊字型B與8、舊字型G與6、新式字型3與5…等等；更甚的是，M、N、W等字型幾乎是扭成一團。

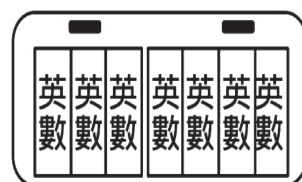
車牌辨識如何作到辨識率逼近100%

文字在造字之初，無法顧及日後會用於車牌辨識，因此某些英數字型是極為相似的，如B與8、I與1、O與0…等。早期台灣車牌規則較為簡單，不管是六碼或是七碼車牌，前兩碼或前三碼一定是英文；因此，遇到類似字型特徵的時候，如果字元在車牌前段幾碼，那一定是B不是8、一定是I不是1、一定是O不是0。

但台灣車牌車號規則，隨車型車數不斷的增加與演進，最新的車號規則已經不是前段一定是英文，後段一定是數字了。加上舊式車牌並未回收，新式車牌一直發放；馬路上跑的車號規則已經是字數包含4~7碼，任一碼均可能是英文字母或數字了，加深了車牌辨識的困難，讓辨識率雪上加霜。



舊式台灣車牌車號



新式台灣車牌車號

所以要讓辨識率逼近100%，光靠字型的特徵演算法已經遠遠不及實際應用了。必須加上更多的邏輯判斷，才能讓結果更善盡人意。邏輯判斷有別於特徵演算，特徵演算是靠字體的外型，邏輯判斷是靠英數字元彼此間的關係，為使讀者更理解邏輯判斷，以下簡單車牌為例。



車牌車號的邏輯判斷可以有各式各樣的考量，包含車牌角度、車牌顏色、車號規則…都可以是邏輯判斷的依據，邏輯判斷可以大大增加車牌辨識的準確率。尤其針對「破碎字型」的邏輯判斷，在車牌辨識上極其重要。其概念就像拼圖一樣，如何從支離破碎的紙片中，找出全圖的樣貌；要對破碎字型有處理能力，才有辦法處理車牌老舊掉漆、車牌污損、雨天辨識…等諸多問題。但這麼複雜的演算，就不是一般低廉的「前端辨識系統」所能作到的了，只有「中間辨識系統」與「後端辨識系統」，才有足夠的效能作這樣的運算。這也是為什麼，只有中間辨識與後端辨識系統，辨識率能逼近100%的原因。

「量子概念演算法」：先比對後下結果，讓車牌辨識率100%變成可能

很多車牌辨識系統的邏輯是，辨識車牌影像得到「車號結果」後，再將「車號結果」對資料庫名單進行「車號比對」，再決定是否開門。這樣的邏輯，我們稱它「先下結果後比對」，所有的前端辨識攝影機，都是這樣比對機制。但這樣的演算方式有一個嚴重的缺陷，如果一開始辨識的車號結果就是錯誤的，那用錯誤的結果去比對正確的名單，永遠也不會開門。

量子力學有個重要的概念「量子疊加態」，一個量子系統在被測量之前，可以處於所有可能狀態的疊加狀態，例如薛丁格的貓同時處於「活」與「死」的疊加態。「量子概念演算法」就是，當攝影機看到一個「圓圈」字型，在它被比對資料庫名單之前，它可以同時處於「0（零）」與「O（歐）」的疊加態。簡單說就是，「先比對後下結果」，比對名單所有可能性之後，再決定「圓圈」是0（零）還是O（歐）？

「量子概念演算法」解決了字型辨識「認知不同」的問題，讓車牌辨識率100%變成可能。但其必須立基在一個強大且準確度已經很高的辨識系統上；如果系統本身的特徵辨識率就很低，例如把「圓圈」字型，誤判為「Q」，那就不會有「0（零）」與「O（歐）」的疊加態。簡單說，「量子概念演算法」可以將辨識率由98%提升至100%，但沒辦法將89%提升至100%。

車牌辨識如何在門禁上作到勿枉勿縱

依照實際經驗，大角度辨識、車牌老舊掉漆、車牌污損、車牌變形、夜間辨識、西曬辨識、雨天辨識等諸多情況，佔日常車道辨識情況六成以上。若門禁規則採全碼比對車號，需百分之百相同才放行的話，車牌狀況較差的用戶一定會發生誤擋的情況。所以，一般車牌辨識系統比對邏輯中，一定會有相似車號比對的演算法，也就是俗稱的模糊比對。



車牌辨識模糊比對機制

以目前台灣車牌規則最長7碼英文字母與阿拉伯數字穿插排列的車牌，若每碼均可配置36種字元中的任一個排列組合的話（英文字母26個A~Z+阿拉伯數字10個0~9=36），7碼車牌一共可以有 $36^7=78,364,164,096$ （7.8億）種排列組合。

如果比對時，七碼中允許任1碼辨識產生錯誤，可能發生誤判的情況只有 $35 \times 7 = 245$ 種。在78,364,164,096種排列組合中，發生誤判的機率 $\approx 0.0000003\%$ 。也就是說，比對相似度機率若達99.9999997%以上，就視為名單中車輛，這樣可以大大降低誤擋車牌狀況較差車輛的機率。

模糊比對發生誤放車輛機率	
1碼模糊比對	245輛
2碼模糊比對	25,970輛
3碼模糊比對	1,526,595輛
4碼模糊比對	54,048,470輛
5碼模糊比對	1,157,007,845輛

每碼均可配置36種字元，只允許其中1碼錯誤								發生誤判機率
	B	C	1	2	3	4	第1碼	35輛
A		C	1	2	3	4	第2碼	35輛
A	B		1	2	3	4	第3碼	35輛
A	B	C		2	3	4	第4碼	35輛
A	B	C	1		3	4	第5碼	35輛
A	B	C	1	2		4	第6碼	35輛
A	B	C	1	2	3		第7碼	35輛
1字模糊比對可能發生誤放行車輛的總數								245輛

因此，一字模糊比對機制，在車牌辨識比對中常被運用，可以解決諸多問題。其比對相似度機率已達99.9999997%，其「嚴謹性」也足夠應付民用市場。

車輛門禁兩大天條：第一條「放行自己人」、第二條「擋住陌生人」

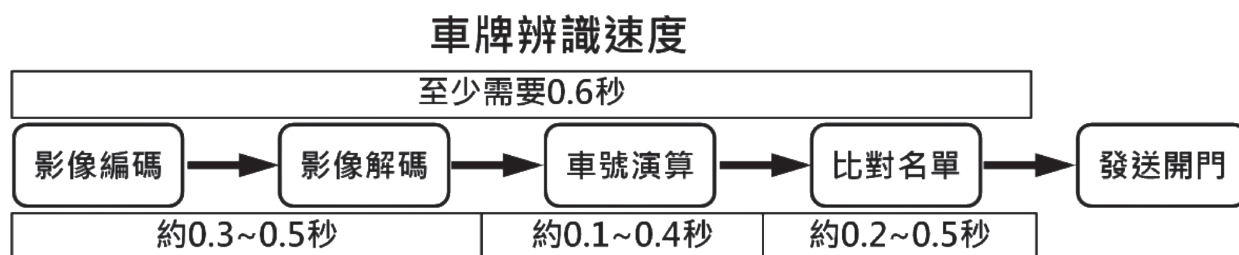
想想您是如何驗收車牌辨識系統？開著自己的車子通過車牌辨識系統後，辨識開閘放行，然後就簽字驗收了。其實您只驗了收了門禁天條第一條「放行自己人」。幾乎沒有消費者或工程商，懂得要去驗收門禁天條第二條「擋住陌生人」；因為第二條不是專家，也不知道怎麼驗。如果車牌辨識廠商故意掩飾系統門禁的嚴謹度，當業主或工程商發現陌生人也可以入場的時候，很可能已經過了大半年了，甚至保固期都過了。

部分市售車牌辨識系統，尤其是前端辨識系統，會有可調整模糊比對「字數」的參數，模糊比對字數可以設定2~5碼。但只要設定2字模糊，其產生誤判的組合就有25,970種，誤判機率是1字模糊（245種）的一百倍以上，門禁誤將外車放行的機率就大大提高了。所以不要認為差1個字，誤判機率只差一點；每增加1個字，誤判機率就是以級數指數成長；如果模糊比對字數達到3碼，誤放外車機率已高達1,526,595輛以上了，如同門戶大開。

因此，嚴謹的車牌辨識系統會使用「量子概念演算法」執行全碼比對，若查無結果，最多只會允許1字模糊比對，也不會有調整比對字數參數的設置，更不會允許工程商擅改比對機制。有些低廉的前端辨識系統，將模糊比對設置到3碼甚至4碼模糊，殊不知4碼模糊比對，可能誤放行的車輛達54,048,470輛等級，幾乎等於沒有門禁了。

車牌辨識系統的辨識速度(發送開門信號的速度)

車輛以時速20公里進入車道，每秒可前進5.5公尺。以時速10公里進入車道，每秒可前進2.7公尺。所以系統的辨識速度極為重要，駕駛距離柵欄1米開門與距離柵欄2米開門，辨識速度其實只差0.2~0.5秒而已，這就是為什麼車道門禁廠商開發系統時，如同開發跑車百米加速一樣，十分在乎那零點幾秒的辨識速度，因為反應距離會放大消費者時間體感。



辨識速度的定義

一般門禁系統，所謂的辨識速度是指，從拍攝影像、辨識、比對到送出開門信號，整個流程所需要的時間。如果車牌辨識系統辨識速度能達0.6~0.9秒內開門，已經算是非常快速的車牌系統了。在這裡要特別強調，少數車牌辨識廠商號稱只需0.02秒，那是完全不可能的事，影像編碼解碼都不只這些時間了，更何況還要辨識演算、比對名單、發送開門信號。

外部觸發（靜態辨識）與影像觸發（動態辨識）

系統不會一直執行辨識演算，啟動辨識演

算的方法有兩種：外部觸發與影像觸發。

「外部觸發」是經由感應線圈或紅外線裝置偵測車輛抵達後，才觸發演算機制。「影像觸發」，是經由影像判別，在遠處看到車輛或車牌，即啟動演算機制。

外部觸發一定要車輛抵達感應線圈停止後才會辨識，所以又叫靜態辨識。靜態辨識較為簡單，不用捕捉遠處行進中的車輛，不會有影像拖影的問題，因此車牌在畫面中比例較大，且無歪斜字體變形的問題，容易辨識。但因為車輛都要靜止後才辨識，等待1~5秒的辨識開門時間，不適合社區、學校或工廠，尖峰時段容易塞車。



影像觸發的方式可以讓車輛距離欄杆前5~8米就完成辨識開門，車輛無須煞車靜止，所以又叫動態辨識，在應用上車流較為順暢。但影像觸發方式在車號演算前，必須先執行「車輛外型追蹤」與「車牌外型搜尋」的演算。加上辨識遠方行進中的車輛十分困難，車牌在畫面中比例較小，車牌角度較大。所以影像觸發的方式在軟體演算與硬體規格的要求都十分高。

若使用外部觸發的方式想達到影像觸發的效果，把感應線圈或紅外線提前幾公尺架設，這樣是不智之舉。外部觸發的辨識區域是一個「定點」，影像觸發的辨識區域是一個「大範圍」。如果把感應線圈或紅外線提前幾公尺架設，那車輛貼近欄杆的區域就會無法辨識，那位置是「最後一道防線」。部分影像觸發的系統，也因為無法作到大範圍辨識行程，會使用變焦鏡頭捕捉遠方車輛。同樣的道理，也是把「最後一道防線」犧牲了，就會看到有些聰明的車主，因車牌無法辨識將車輛往後退了。

使用場景不同，辨識速度的需求不同

如果是收費停車場或大賣場，辨識速度其實沒那麼重要，因為這樣的場景不太會在短時間內湧入大量的車流。甚至車輛入場時先不作辨識，拍完照就可以將車輛放行了；事後再慢慢辨識演算，畢竟車輛入場後，不可能在一兩秒的時間內抵達出口。

社區、學校或工廠與收費停車場不同的是，收費停車場只有在「出口」作已繳費名單

辨識比對；但社區、學校或工廠在「入口」就要作門禁辨識比對了。社區、學校或工廠就十分要求辨識速度，因為有上下課與上下班的時段，此時會有大量車流湧入，如果每輛車都停下來等待辨識開門，那必定會造成塞車。

車牌辨識與ETC系統整合

某些情況，車牌辨識會與ETC系統作整合，例如機車只有後車牌，若車道深度不足以架設後照攝影機時，那門禁只能整合ETC系統了。但除非必要，否則車牌辨識盡量不要整合ETC，因為只要納入ETC系統，許多ETC先天的問題，都會變成系統的問題。

一個門禁有兩個身分驗證機制，也容易在邏輯上產生矛盾；如果ETC系統說開門，但車牌辨識系統說關門，那到底是要開門還是關門？想想使用門禁卡或感應扣管理的社區，會再同時整合人臉辨識嗎？多此一舉。

好的車牌辨識系統，辨識率能夠趨近100%，再加上多種邏輯判斷與量子概念演算機制，是可以完全作到不誤擋自己人、不誤放外人的門禁標準；很多實際案例證實，車牌辨識完全無需整合ETC即可在門禁系統順利運作。

此外要注意的是，少數市售「雙辨識系統」或「雙因子系統」其整合ETC系統的目地，是為了掩飾其車牌辨識率低下的事實；但使用者可以藉由要求廠商關閉其ETC系統，單憑獨立的車牌辨識，測試其辨識率是否達標。甚至，還有作弊更誇張的系統，藉由ETC偵測eTag ID，再進入名單資料庫中找

尋匹配eTag ID的車號，攝影機只是用來抓拍車牌照片，完全沒有辨識的功能。這種系統，看起來很像車牌辨識，實則只是ETC系統的變形。簡單說，只要關閉ETC，那這種系統就整個停擺了！

總結

市面上有各式各樣的車牌辨識系統，同為車牌辨識系統，為何價格有著天壤之別？當然其辨識效能亦是天差地遠。許多工程商的經驗，車牌辨識系統只要誤擋了一輛用戶車，就會很難驗收，甚至最後不了了之。所以不要以為系統供應商吹噓辨識率99%就安心了，一定要想辦法在實際車道門禁應用上達到100%，才是車牌辨識的生意之道。

尤其是前端辨識攝影機，組成通常是嵌入式 ARM晶片+輕量演算法，其硬體與軟體都無法作太複雜的運算。前端辨識攝影機只能用在收費停車場或大賣場，不適合社區、學校或工廠這些環境，因為收費停車場是允許辨識錯誤的。其實當你在繳費的時候，「選擇照片」的這個環節，就是在幫系統除錯了。就算收費系統完全找不到辨識紀錄與照片也沒關係，一定有對講機對你說，無條件放行。

也因為前端辨識攝影機無法對變形字體作有效辨識，所以收費停車場或大賣場的車道一定是又窄、又直、又長。其目的就是為了限制駕駛行為，讓車輛不歪斜著進入車道，造成字體變形。但在學校、工廠或社區的車道場景下，汽車幾乎都是大角度進場，車牌字型是會嚴重扭曲的。

之所以稱為「系統」，那就不能只有辨識、開門的功能而已。前端辨識無法將辨識結果再次處理，執行其他的管理模式；但中間辨識與後端辨識有強大的伺服器與客戶端管理平台，可以有各式各樣的功能。如多位多車管理、門組功能、白名單禁入時段設定、黑名單警報輸出…等。更完善的車牌辨識系統，甚至可以符合智慧建築規範，提供各式警報輸入，配合警報信號將柵欄開啟並顯示警報資訊。

部分前端辨識最被人詬病的地方，是不如中間與後端辨識的「系統完整性」。尤其在出入歷史紀錄的搜尋使用上。因為前端辨識系統沒有強大的伺服器與客戶端管理平台，只靠簡易的Web網頁操作，所以無法提供人性化的搜尋功能，找出問題車輛。甚至，連出入歷史紀錄都無法完整記錄與呈現，而這正是門禁系統最重要的一部分。