

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

快速指紋辨識系統之實現與應用

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-034-002-CC3

執行期間：93年05月01日至94年04月30日

執行單位：中國文化大學資訊科學系

計畫主持人：李志仁

計畫參與人員：金昌盛、洪良毅、張承暉、石慧貞

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 8 月 10 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：資訊 計算機系統結構

計畫名稱：快速指紋辨識系統之實現與應用

計畫編號：93-2622-E-034-002-CC3

執行期間：93/05/01~94/04/30

執行單位：中國文化大學資訊科學系

主持人：李志仁

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
金昌盛	大學部	應用蓋伯函數於指紋辨識	演算法與程式設計
洪良毅	大學部	指紋機與智慧卡結合應用	程式設計
張承暉	大學部		程式設計與資料收集
石慧貞	碩士班		資料收集與報告撰寫

合作企業簡介

合作企業名稱：瀚群科技股份有限公司

計畫聯絡人：陳明舜 總經理

資本額：六千五百萬元

產品簡介：指紋辨識系統、指紋辨識模組

網址：www.aimgene.com

電話：(02)82262278

研究摘要(500 字以內)：

隨著時代的進步，身份認證的各種應用和需求日漸迫切，例如：門禁控制、到勤系統、各種簽入應用、銀行櫃臺或 ATM 提款、網路銀行、網路電子交易、醫療保險系統、海關身份驗證、國民指紋建檔、警政罪犯找尋...等等。加上科技的快速發展，指紋辨識的技術也日趨成熟，將指紋辨識系統融入我們的生活當中，已成為時勢所趨。

然而在這樣充滿商機的環境下，大部分的國內廠商，沒有指紋辨識的核心技術，必須向國外指紋大廠購買指紋晶片、指紋模組和相關的 SDK 軟體。但是指紋辨識的核心技術，例如指紋註冊程式和指紋比對程式，需要花費數十萬到上百萬才能購得。即使有了原始碼，但是對指紋辨識的演算法並不清楚，所以也沒有能力做大幅度的修改，來符合實際應用的需求。對於執行效率和成本的控制，就無法全盤掌握，因此就喪失了對指紋市場的主宰力，價格的決定權也就掌握在國外大廠的手中。

本計畫已移轉我們在指紋辨識所開發多年的快速辨識核心技術，讓業界真正瞭解指紋辨識各種演算法的優缺點，進而實現出既能達到快速且極高辨識率的強健指紋辨識系統，而且使成本大幅降低。在突破核心技術的瓶頸後，可以使我國的指紋產業得以與世界大廠競爭，進而主導指紋辨識的市場。

除此之外，全世界已經有近百個的指紋廠商和學術單位共同制訂了 BioAPI，讓指紋辨識的應用程式，不再受限於不同廠牌的指紋辨識器，必須使用不同的指令或方法所困擾。所以我們以此為標準，實現此快速的指紋辨識系統。

人才培育成果說明：

1. 企業方面：

該企業工程師原本就有指紋辨識的基礎能力，在計畫合作之後，我們引入學術界在指紋方面多年累積的成果，使得整組參與的工程師對於指紋辨識的整個過程有更深入的瞭解。現在他們對於指紋辨識的每一個過程都非常熟悉，並且對於執行速度與所需的記憶空間都能掌握，對於嵌入式指紋辨識系統的實現有很大的幫助。

2. 學校方面：

- 1) 所參與的學生剛開始除了有濃厚的興趣外，卻都還沒真正的接觸過指紋辨識方面的經驗。因此利用指紋機和 IC 智慧卡的 SDK 讓學生先瞭解指紋辨識的過程與細部的程式設計。
- 2) 讓學生瞭解 BioAPI 的標準，依此標準開發指紋辨識系統，達到不受限特定指紋機的規格限制。
- 3) 讓學生研讀相關指紋辨識的論文，實現與改進。
- 4) 讓學生瞭解現有的指紋資料庫，並將實現的指紋辨識系統，依照其測試標準要求(FAR, FRR, EER, ..., 等等)來檢驗演算法的優劣。

技術研發成果說明：

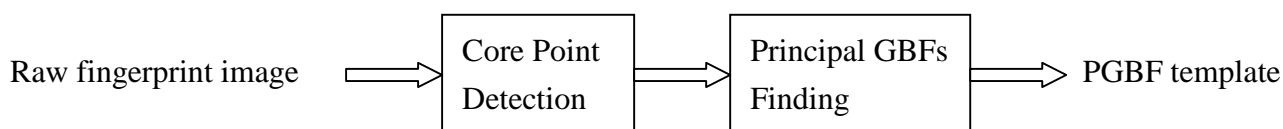
指紋特徵由巨觀到微觀可分為三個層次：在巨觀下，以指紋的核心(core)與三角洲(delta)最為重要，Henry 於 1899 提出利用它們的個數與位置來將指紋分類；在微觀下，Galton 於 1888 年經過大量的指紋比對，結果發現每個人指紋的細微特徵，稱為 minutiae，即指紋紋路的結束點(ridge endings)與交叉點(bifurcations)，它們分佈的位置都不一樣，即使是雙胞胎也是不同，從此此項特徵就成為分辨指紋的最佳方法。後來將整個辨識過程交由電腦來執行，以減低指紋專家的負荷，然而這樣的特徵必須經過許多繁複的步驟才能萃取出來，一般包括：影像加強、走向估計、紋路偵測、紋路細線化、minutiae 偵測、後處理、最後再將所萃取出來的 minutiae 做幾何比對。如此繁複的過程不但每個步驟都必須有正確的處理結果，而且每個步驟都消耗很多時間。而且這種方法的指紋影像品質要求很高，必須使用高解析度，而且整張指紋影像必須很清晰，才能獲得正確的 minutiae。

由於上述的缺點，指紋中間層的資訊——即區域紋路的走向與間距，可以利用設計適當的濾波器來過濾特定的走向與空間頻率資訊，成為指紋的特徵。雖然在指紋影像清晰的情況下，此種特徵的辨識率雖然較 minutiae 低，但是所需要的解析度較低，而且整個處理程序簡化許多。也因此整個過程所需要的記憶體也很小，但是擷取 minutiae 特徵的演算法，在整個處理的過程需要非常大量的記憶體運算，來儲存中間過程。雖然現今的 CPU 處理速度夠快，使得這些繁複的演算法得以實行，但是要建構指紋系統於非 PC 系統中——通常其處理機速度較慢，所以步驟簡單、使用較少的記憶體與快速的演算法就很重要。一般來說，所取得的指紋影像通常不夠清晰，所以必須靠前處理來強化指紋紋路。然而影像強化通常會成為指紋辨識系統中最耗時的步驟，尤其 minutiae 方法都必須在高解析度下運算，因此從灰階影像中直接將指紋特徵萃取出來，可以節省大量的運算時間。

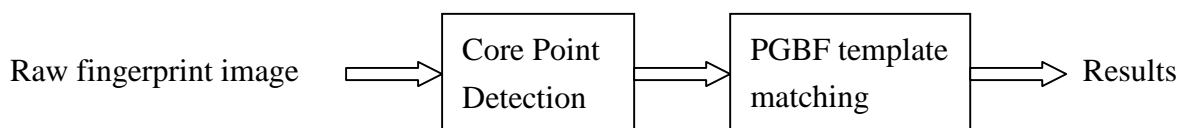
因為 Gabor filters 具有類似視覺系統的功能，能夠偵測 orientation 與 spatial-frequency 等資訊，所以我們採用之前所提的 principal Gabor filters 來直接萃取指紋的第二層資訊——指紋的走向與間距。由於這些資訊可以直接從灰階影像中萃取出來，所以簡化與加速整個萃取過程。在獲得了指紋的走向與間距的資訊後，可以利用 Poincaré index 或是用指紋中心結構來偵測第一層的資訊：core 與 delta 的位置。

所以我們所提出的快速指紋辨識系統的整個流程如下：

1. 指紋註冊過程



2. 指紋比對過程



為了使開發的程式可以達到不受指紋機不同的限制，我們遵循 BioAPI 的標準開發。底下為此快速指紋辨識系統指紋比對相符與不符的結果展示：



由於所提出的快速指紋辨識系統的演算法，不用經過耗費時間的影像前處理過程，所以執行非常快速，尤其是比對的過程，直接灰階影像就可以比對了。其所花費的時間如下：

1. 在指紋註冊的過程：每枚花費 0.05 秒
2. 在指紋比對的過程：每枚花費 0.0005 秒

所需要輸入的指紋影像解析度只要 250dpi 即可辨識，可以大量節省運算過程的記憶體空間。經過 Principal GBF finding 的過程，可以找到指紋相對應的 GBFs，這些 GBFs 就是新的指紋特徵，可以正確的將指紋紋路的第二層資訊 走向與間距展現出來。這種指紋特徵所需要的記憶體非常小，一枚指紋原始的解析度大約是 96*96，經過特徵擷取之後，需要儲存的空間只要 36 bytes，非常適合與 IC 智慧卡結合運用，增加更高的安全性。

學術貢獻：這一年來也發表了兩篇論文。

技術特點說明：

1. 指紋特徵不用經過繁複的影像前處理技巧，即可直接從灰階影像擷取，省下大量運算的前處理時間。
2. 所需要的指紋影像解析度只要 250dpi 即可辨識，可以大量節省運算過程的記憶體空間。
3. 指紋特徵所需要的記憶體非常小，一枚指紋原始的解析度大約是 96*96，經過特徵擷取之後，需要儲存的空間為 36 bytes，非常適合與 IC 智慧卡結合運用，增加更高的安全性。
4. 在指紋註冊的過程，每枚僅花費 0.05 秒。
5. 在指紋比對的過程，每枚僅花費 0.0005 秒。
6. 此快速指紋辨識系統可以使用低價位的 DSP 處理器實現，甚至可以嘗試以 8051 完成，節省可觀的硬體成本。
7. 遵循 BioAPI 的標準開發，所開發的程式可以在不同指紋機上實現。

可利用之產業及可開發之產品：

各種身份認證的應用如下：

1. 嵌入式指紋辨識系統
2. 門禁控制
3. 到勤系統
4. 各種簽入應用
5. 銀行櫃臺
6. ATM 提款
7. 網路銀行
8. 網路電子交易
9. 醫療保險系統
10. 海關身份驗證
11. 國民指紋建檔
12. 警政罪犯找尋

推廣及運用的價值：如增加產值、增加附加價值或營利、增加投資/設廠、增加就業人數 等。

業者握有此關鍵的快速辨識核心技術，即可以極低的成本實現指紋辨識系統相關的軟硬體設備。此時不論是公營單位或是民間商業活動，都已開始計畫使用指紋為身份認證的工具，也正是指紋市場需求量開始擴大之際；在突破核心技術的瓶頸之後，可以使我國的指紋產業得以與世界大廠競爭，進而主導指紋辨識的市場。所以此時正可投入資金於此產業的最佳時機。