

二維條碼之研究

A Study on Two Dimensional Bar Code

計劃編號: NSC 87-2213-E-009-060-

執行期限: 86/08/01~87/07/31

主持人: 陳玲慧 交通大學資訊系 教授

E-mail: lhchen@cc.nctu.edu.tw Fax: (03) 5721490

一、中文摘要

(關鍵詞: 二維碼、錯誤糾正、資料隱藏、自動資料收集。)

本研究計劃針對二維碼的資料安全、錯誤糾正以及解決二維碼讀取時容易發生的問題等方面，作深入的研究、分析，並進而設計一可儲存中文字的二維碼系統。在資料安全方面，本研究計劃提出了一種新的概念，將資料分成一般資訊和機密資訊，並將機密資訊隱藏入二維碼中，進而達成資料安全的目的；在錯誤糾正方面，選擇了錯誤糾正能力高的 RS code 處理更正錯誤的問題；而在二維碼樣本的設計方面，本研究計劃樣分析了二維碼讀取時容易發生的問題，設計可解決這些問題且可被快速讀取的二維碼樣本。實驗結果顯示了二維碼樣本在破損、污損、旋轉、歪斜、縮放、燈光不穩等情況下，本系統依然可更正錯誤並正確的讀取資料。另外，本論文將二維碼應用在名片管理，製作成一製二維碼名片管理系統。

英文摘要

(Keyword: 2D code, error correction,

data hiding, automatic data collection.)

In the report, we have developed a 2D code system and put emphasis on three topics: security, error correction and reading problems. The system can encode English, Chinese and special characters. About security, a new idea is proposed. The input data is divided into two parts: general data and secret data. In order to achieve the security purpose, we hide the secret data in the 2D code pattern which contains the general data and some extra codes for error correction. In the part of error correction, the Reed-Solomon(RS) code with high error correction capability is chosen to recover errors. As to the design of the 2D code pattern, some reading problems are considered, these problems include broken, noise, rotation, projection distortion, scaling and unstable lighting conditions. Experimental results are given to show that the proposed system is robust for these reading problems. Besides, we also design a name-card management system.

二、計劃緣由與目的

傳統的條碼 [1] (一維的 X-dimension)，而二維碼便利用 Y-dimension 以堆疊 (stack) [2][4][5][6] 或矩陣 (matrix) [2][5][7-14] 的方格編碼增加利儲存量，樣因為儲存資料量的增加，而帶來了許多的好處，例如，資料自動收集、可加入資料安全 (security) 及錯誤糾正 (error correction) 之功能、不需要資料庫等等。在資料自動收集方面，與光學文字識別系統 (OCR) 比較起來，二維碼不但更為自動化，且有更低的錯誤率及更高的可靠度；在資料安全方面，由於機密、隱私或智慧財產等因素，常有許多資料要加以保護，二維碼恰可提供此方面的安全機制；在錯誤糾正方面，由於二維碼位於開放的空間中，刮傷、磨損、沾污甚至褪色，種種的可能都會造成錯誤的發生，因此錯誤糾正所需的，二維碼因利儲存量大，可提供多餘的空間儲存錯誤糾正碼。

二維碼在國外已逐漸地普遍，從書局、醫院、建築業.....等，都開始使用二維碼，從國外愈來愈多公司提供這類產品亦可看出利普遍程度，而國內對這方面的認識卻非常地欠缺，所以這方面的研究確實有利造要，由所濟部商業司不遺餘力的推廣二維碼 [3]，樣可看出利重要性。基於此，本論文將針對二維碼錯誤糾正、資料安全、以及讀取時容易發生的問題進基深入的研究，進而設計一基有錯誤糾正及資料保密能力之二維碼系統，此系統將提供一快速又準確的資料讀取方準。

本論文研究最主要的目的設計一可被廣泛地應用於各基各業的二維

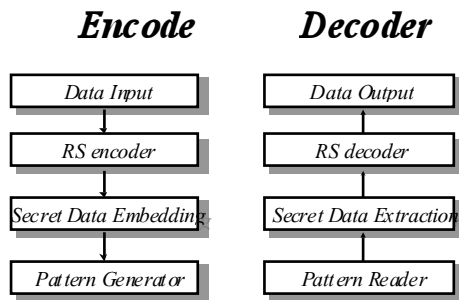
碼系統，因此此系統將基有以下各製特點：1.克服存在於已有之二維碼上的一些缺點；2.編碼方格上公開方格以密上普及的目的；3.在資料安全方面，我們將資料分成一般資料和機密資料，在編碼方格公開的情況下，一般使用者皆能讀取一般資料，至於機密資料，造須有特殊授權者方能擷取，可密保護機密資料的目的；4.在錯誤糾正方面，我們所設計的二維碼在開放的環境下，無論受上刮傷、磨損、沾污、褪色甚至破損，都能受正確地被讀取；5.在不受的環境(包括燈光條件不穩定、旋轉及縮放)下所擷取的二維碼皆能被正確且快速的讀取；6.可存放的資料除了中文、英文、數字外，一些特殊的字數或特殊的資訊(如數形、簽名、指紋等)樣都能被儲存，並且能容易地與應用程格連接起來。

三、研究方法及成果

本論文利用二維碼高儲存量的接點，針對錯誤糾正 (error correction) 和資料安全 (security) 接方面，以及解決二維碼在讀取容易發生的問題接設計二維碼樣本 (pattern)，並設計利編碼 (encoder) 和解碼 (decoder)，說明如下。

資料可包明中文、英文、數字、一些符號和數形(如指紋、簽名等)，並且分成機密資料與一般資料。號製編碼和解碼分成接號(號數一)。編碼時，將輸入資料看成一位數串，先用 RS 編碼 (15) 加入糾錯碼，然先由資料隱藏 (p) 將機密資料隱藏上碼中，最先給予一些協助讀取二維碼之特徵 (feature)，並 (f) 製此二維碼 (號數二 (b))；解碼時，

則以相反的順序，先利用加入的特徵，得知利位置、方向、旋轉角度、作二維碼定位，對一般使用者，所由 RS 解碼 p 角錯誤糾正並給予一般資訊，而對有授權者，則可進一角所比對密碼] 角正確決定] 角給予機密資訊。



圖一 編碼器及解碼器的流程圖。

在資料安全方面，本論文提出一新的概念，角有機密的需要時，可將要儲存的資訊分成接製號角，機密資訊與一般資訊，所由本論文所提出之編碼 p，除了可將一般資訊轉角成二維碼，並且可將機密資訊藏入利中，而此一概念的主要目的]，所由一般的解碼 p 角然可正確讀出一般資訊，卻不知有機密資訊藏於利中，所由如本論文所提出之有機密需要的解碼 p，除了可得上一般資訊外，所由密碼比對，樣可得上所需之機密資訊。角予二維碼資料安全的保護，可將二維碼加上不受號角的保密管制，則不受號角角可讀取該號級的資料，應用在名片的資訊自動收集時，可將如家中電話和住址設定成機密資訊，角有在本人允許的情況下，才可取得該機密資訊。

在錯誤糾正方面，本研究方準將利用 RS] Reed Solomon) code[15]作為外號的編碼方準，上用 RS-code 的 l 因

] 1 的錯誤糾正能力高，並且允許連 l 的錯誤] burst error)，另一製特性 l] 角錯誤的位置] 已知時，則 RS-code 的糾正能力 l 增加一 l [16]，以下對將上用的 RS code 角簡單的敘敘。

RS code 之完號名稱為 t error correction (n,k) RS code，利中 t 代表這] 一製可以糾正 t 製錯誤的 RS code，k 代表資料編碼表字碼的製數，n 代表加了糾正碼先字碼之表製數，以下對 RS code 參數之間的關係作一說明，現假設有一連串的资料，若每一製字碼 (codeword)] 以 m 製 bits 表示，則 t error correction (n,k) RS code 中 n 造需為 $2^n - 1$ ，樣因此一 m t 決定，由另一關係 $n - k = 2t =$ 可決定可儲存的資料量 k，如此便] 一製可糾正 t 製錯誤的 (n,k) RS code。

由於本論文所設計的二維碼希望能應用於各基各業，因此希望儲存的資料除了能明中英文、數字及特殊符號外，亦能明數形、影像、聲音等。因此在資料儲存時，本系統僅將欲儲存的資料欲為一位數串，而將每 m 製連 l 位數看成一製字碼。因此，任何資料在編碼表可先作壓縮加密再送至本系統編碼，如此可密高儲存率及機密性，且因本系統欲所有輸入之資料為位數串，因此資料之形 7 將不受任何限制，此點可使本系統很容易地推廣於各種應用中，如儲存病歷資料、信用卡簽名、身分證之臉孔或指紋。

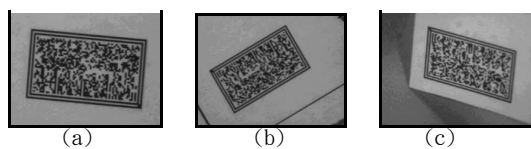
編碼時，假設 $\{d_0, d_1, \dots, d_{k-1}\}$ 為 = 將被編碼的字碼資訊，則透過 RS code 編碼 p = 可產生錯誤糾正碼 $\{b_0, b_1, \dots, b_{l-1}\}$ ，將利依角加在 l 資訊 $\{d_0, d_1, \dots, d_{k-1}\}$ 之先， = 為編碼先的資

訊。資料編碼以先，本系統將編碼先之資料欲為一位數串，將每一位數用一(位數一為 1)或一(位數一為 0)的方形表示，依照由左而右，由上而下之順序排列出來(如圖二(a)所示)，可得二維碼列形。



圖二 二維碼的樣本。(a)未加特徵前之二維碼矩形。(b)加入兩個長方形外框及左上角的正方形特徵之二維碼。

在讀取方面，本論文使用影像擷取機(video camera)作為二維碼的讀取設v，由於] e 於開放環境] open environment)下，空間特有的改變，例如旋轉(rotation)、縮放(scaling)、以及g影變形(projected distortion)等問題皆會產生，如圖j所示。為了解決這類問題，本論文樣於條碼設計階段加上各製特徵以e理這些問題並且加快讀取速度。首先，於二維碼列形之外圍加上接製細的長方形外框，藉此二外框，以期快速地找上二維碼之所在及利旋轉方向，並可受時解決縮放問題。利角於接長方形外框間之左上角加上一製一色小正方形作為方向之判判，由於樣本]長方形，所以角需要一製l可以決定二維碼之起始位置及方向。



圖三 讀取二維碼時常碰到的一些異常現象。(a)放大。(b)旋轉。(c)投影變形。

目表本系統] 在 Pentium 133 的製人電腦上執基，使用 HP 雷射印表機

角作二維碼的製作設v，並用一解析度為 640*480 的影像擷取機(video camera)作為二維碼的讀取設v，本系統可在 1.5~2.0 秒完成讀取。為了展示本系統的展能，我們已將利應用於製人名片管理上，製作出一二維碼名片管理系統(附錄)。在編碼p方面，數錄展示了一製由二維碼名片系統所製作的名片的一製實例，數錄(a)為“葉俊才”的製人資料，利中之”TEL(H):(02)2405290“= 為機密資料，此9由於利為家中之電話，有利隱密性之9，數錄(b)為利轉角成二維碼的形7，而數錄(c)則為將此二維碼置於名片的左下角而置成的名片。在解碼p方面，數9(a)~(h)分別展示二維碼在旋轉、縮放、破損、磨損、污損、歪斜、頂點污損、邊污損等情形下尚可被糾正且正確的讀取的例尚，而數六則說明了本系統會拒絕條件不足的二維碼，如此才可防止在條件太差的情況下差角讀取而發生錯誤，最先，數七列舉了解碼錯誤的情形。

國立交通大學資訊科學研究所

碩士班研究生

葉俊才

台北縣中和市中山路二段136巷4號

TEL(O):(03)5712121-56649

TEL(H):(02)240-5290

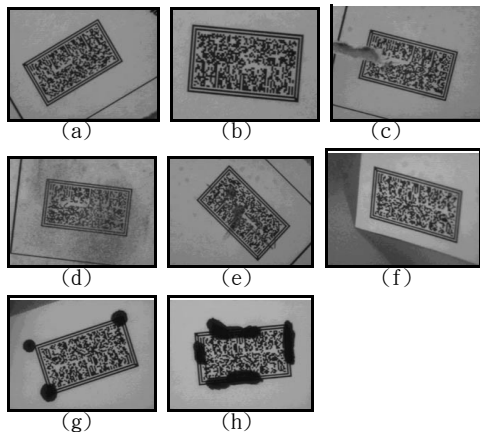
(a)



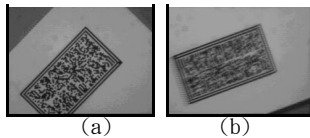
(b)

(c)

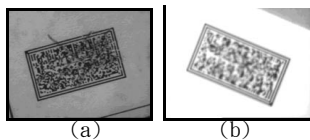
圖四 一個由二維條碼名片系統所製作的名片的一個實例。□葉俊才”的個人資料。(b)將(a)轉換成二維條碼的樣式。(c)將(b)置於名片左下角所製成的名片。



圖五 一些不同讀取條件下及發生錯誤的情況下還可正確讀取的實例。(a)旋轉。(b)放大。(c)破損。(d)磨損。(e)污損。(f)投影變形。(g)頂點污損。(h)邊污損。



圖六 一些條件不足給予拒絕並要求重新取像的實例。未取得完整二維條碼。(b)二維條碼在取像時迅速移動。



圖七 一些讀取錯誤的實例。(a)錯誤超過允許程度。(b)影像模糊但不到拒絕程度。

四、結論與討論

本論文設計了一基有高錯誤糾正能力、基資訊安全功能、及能快速又準確地讀取條碼之二維碼系統，且此二維碼系統可很容易與現有可應用二維碼的系統作連結，提供了一與應用程式7 獨立的介面。在應用方面，我們建議可應用的範圍包括：門禁出入及考勤管理、全民健診及醫療網系統、電尚資料e 理、數書書目管理系統、證照系統、有價證卷管理、銀基系統、展示會銀識別系統、指紋比對系統、

簽名辨識系統、數書出版業管理系統及版卷管理。除此之外，因為二維碼的確] 很好的自動化資訊收集版基，如何角好推廣，版各基各業都先能認識1 ，進而應用二維碼協助利版作] 角表最重要的版作。

五、附錄

本論文已將二維條碼應用在名片管理，發展了一製二維條碼名片管理系統，這製系統包明接製部分：名片製作和名片讀取；這製系統] 在 Windows 95 的平台上，使用 Borland C++ Builder 以物件導向的角準所發展出來的，不但可靠度高、可維護性高、並且提供了易使用且親切的使用者介面。

數切展示了二維條碼名片系統的介面，包括名片製作與名片讀取接部分，在接介面的右上角都有一製名片資料管理系統，提供的功能包括：上第一筆、上最先一筆、上表一筆、上先一筆、加入一筆、刪除此筆、編輯、確定、取消與搜尋；在名片製作部分，右上角的名片資料管理系統會= 時地將製人資料顯示於左上角的名片上，並可依照需要更改字尋與大小，“尋入”用以確定與尋入製人資料，“編碼”用以進基製作二維條碼，左下角會顯示對應之二維條碼，並且會立= 顯示在左上角的名片上；在名片讀取部分，可選擇由影像擷取設v (video camera)或影像檔案讀取二維條碼影像，“解碼”用以進基二維條碼的解讀，解碼的情形樣會案上的顯示在左方的影像框及狀態框，並且會將結果自動加入名片資料管理中之資料庫中。



(a)



(b)

圖八 二維條碼名片管理系統的使用者介面。(a)名片製作部分。(b)名片讀取部分。

六、參考文獻

[1] Theo Pavlidis, Jerome Swartz, and Ynjiun P. Wang, "Fundamentals of bar code in formation theory," Computer, volume 23, number 4, pages 74-86, April 1990.

[2] 黃慶祥, "資訊與電腦", 1995 祥 9 祥號, 82-87 祥。

[3] 黃慶祥, "資訊與電腦", 1995 祥 11 祥號, 72-78 祥。

[4] Wang, Ynjiun Paul, Ph.D. "Spatial information and coding theory," State University of New York at Stony Brook, 1989.

[5] Theo Pavlidis, Jerome Swartz, and

Ynjiun P. Wang, "Information encoding with two-dimensional bar codes," Computer, volume 25, number 6, pages 18-28, June 1992.

[6] R.L.Brass et al., "Method and Apparatus for Transforming Digitally Encoded Data into Printed Data Strips." US Patent No. 4,728,783, Mar.1, 1988.

[7] "Vericode Identification System, the Electronic Fingerprint "(brochure), Veritec Inc., Calabasas Park, Calif.

[8] D.G.Pridy and R.S Cymbalski, "Machine Readable Binary-Code." UK Patent Application GB 2 218 240 A, Nov.8, 1989, Application No.8910214.9.

[9] "Datacode" (brochure), IDMatrix Int'l Inc., Safety Harbor, Fla., 1989.

[10] "Array-code identification tags", Warren Little, Lynn Kirlin, 1510-1514.

[11] Wil J. van Gils, "Two-dimensional dot codes for product identification," IEEE Transactions on Information Theory, volume IT-33, number 5, pages 620-631, September 1987.

[12] http://www.cspi.com/vsystems/maxi_b d.htm

[13] <http://www.omniplanar.com/minicode .html>

[14] Masami Hattori and Yuichi Saitoh, "New Codes for Bar Code Type Recording Systems," Singapore ICCS'94 Conference Proceeding, pages 1054-1058

[15] S.Lin and D.J. Costello Jr., Error Control Coding, Fundamentals and Applications, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1983.

[16] Wicker, Error Control Systems for

Digital Communication and Storage.