

RFID

資訊系統設計與應用開發

無線射頻辨識（RFID）技術是最近越來越熱門的資訊技術議題，

本書採用深入淺出的方式來介紹，免除繁重的理論說明，

以基礎觀念搭配應用範例，

期望讀者在進行RFID資訊系統開發前，

能對RFID具備有一定認識，並了解本技術的極限與應用範圍。

本書附光碟
・本書完整範例程式

饒瑞佑、劉佳灝 著



RFID

資訊系統設計與應用開發

無線射頻辨識（RFID）技術是最近越來越熱門的資訊技術議題，

本書採用深入淺出的方式來介紹，免除繁重的理論說明，

以基礎觀念搭配應用範例，

期望讀者在進行RFID資訊系統開發前，

能對RFID具備有一定認識，並了解本技術的極限與應用範圍。

本書附光碟

・本書完整範例程式

饒瑞佑、劉佳瀨 著



NB0903

RFID資訊系統設計與應用開發

國家圖書館出版品預行編目資料

RFID資訊系統設計與應用開發 / 饒瑞佑、劉佳灝 著

—— 初版. —— 臺北市：上奇科技，2010.01 面； 公分

ISBN 978-986-257-026-5（平裝附光碟片）

1.無線射頻辨識系統

312.842

98023544

作 者：饒瑞佑、劉佳灝

發行人：潘秀椿

發行所：上奇資訊股份有限公司

地 址：台北市內湖區瑞光路76巷39號2樓

電 話：(02)8792-3686

傳 真：(02)8792-0540

印刷年月：2010年01月

著作權聲明 | 上奇資訊股份有限公司版權所有。

商標聲明 | 本書所有內容未經本公司書面同意，不得以任何方式（包括儲存於資料庫或任何存取系統）翻譯、抄襲或節錄。

〔 版權所有 翻印必究 〕

自序

筆者所服務的建國科技大學在民國 94 年開始投入 RFID 技術與應用的發展，從一開始的跌跌撞撞到現在稍具雛形，現階段除擁有完整的實驗室設備、實驗室、教材與上課教室，更可以在教學、產學合作與研發上提供一定的支援能量，近幾年亦投入許多產學合作案的系統開發作業，例如斗南鎮農會倉儲管理系統、秀傳紀念醫院放射腫瘤療程控管與病例追蹤與財團法人自行車中心競輪計時系統等。目前市面上針對 RFID 硬體設計開發與基礎應用教導的書不少，但在 RFID 系統開發上討論者較少。因此作者站在資訊管理角度進行本書撰寫，主要針對要投入 RFID 資訊系統開發的資管、資工、工管與商管類學生進行撰寫，以通用的硬體介面開發來說明，並不以特定廠商的硬體介面與通訊協定來介紹；內容以實務製作為主，並沒有太高深的硬體設計與理論分析，讓第一次接觸 RFID 系統開發的學生能夠很快的看到成果。更實際搭配筆者以往執行過的案例來說明，讓讀者能更了解與親近 RFID。本書可以做為教授「RFID 資訊系統」課程人員的參考教材，同時亦可以提供 RFID 技術人員參閱之用。

本書得以完成除要感謝上奇出版社的編輯群外，更要感謝建國科技大學「RFID 應用與發展研究中心」所有工作夥伴的努力，感謝他們無限的付出與包容，使本書能順利完成。最後，本書內容專業技術性強，涉及硬體、軟體、系統分析、程式設計、資料庫系統與系統整合等領域，如有錯漏之處，衷心希望得到大家的批評指正。

饒瑞佑 劉佳灝 謹識
建國科技大學 資訊管理系
RFID 應用與發展研究中心
2009 年 12 月

目錄

第 1 章 RFID 基礎介紹

1-1 前言	1-2
1-2 RFID 系統	1-4
1-3 RFID 分類	1-6
1-4 RFID 與 Barcode	1-8
1-5 RFID 技術標準	1-8
1-6 各國發展現況	1-12
1-7 RFID 應用	1-14
1-8 RFID 相關應用問題	1-15
1-9 RFID 相關網站	1-17

第 2 章 RFID 系統開發準備工作

2-1 RFID 系統運作方式	2-2
2-2 RFID 系統硬體介面與樣式	2-5
2-3 RFID 系統使用注意事項	2-7
2-4 硬體到軟體的簡單測試	2-8
2-5 RFID 資訊系統開發	2-17
2-6 系統測試	2-19
本章練習	2-21

第 3 章 系統分析與設計

3-1 系統規劃	3-2
3-2 系統分析與設計	3-8
本章練習	3-20

第 4 章 資料庫規劃與設計

4-1 資料庫設計基礎	4-2
4-2 資料模型	4-4
4-3 資料庫設計-實體關係模型	4-12
4-4 資料庫設計-正規化	4-21
4-5 實作案例	4-27
4-6 SQL	4-46
本章練習	4-73

第 5 章 VB.NET 2008 資料庫程式設計

5-1 VS.NET 2008 開發平台介紹	5-3
5-2 VS.NET 2008 資料庫系統開發	5-18
5-3 SQL 指令	5-24
5-4 不寫程式連結資料庫	5-27
5-5 DataReader 物件讀取資料	5-37
5-6 DataReader 物件異動資料	5-48
5-7 DataSet	5-56
5-8 MS SQL Server 資料庫之連結	5-64
5-9 MySQL 資料庫之連結	5-65
5-10 程式封裝與部署	5-67
5-11 POS 銷售系統	5-76
本章練習	5-80

第 6 章 RFID 資訊系統開發

6-1 MSCOMM 物件.....	6-2
6-2 ACCESS 資料庫.....	6-9
6-3 SerialPort 物件.....	6-13
6-4 Winsock.....	6-17
6-5 SQL Server 資料庫.....	6-22
6-6 藍芽讀取器.....	6-25
6-7 POS 範例再討論.....	6-30
本章練習.....	6-31

第 7 章 WinCE 的 RFID 系統開發

7-1 行動裝置連線.....	7-3
7-2 CF 介面系統開發.....	7-6
7-3 藍芽介面系統開發.....	7-12
7-4 RDA 資料交換.....	7-20
7-5 傳送簡訊.....	7-33
7-6 封裝與發佈.....	7-35
本章練習.....	7-43

第 8 章 RFID 導覽系統開發

8-1 系統說明.....	8-2
8-2 多媒體播放系統.....	8-8
8-3 導覽資料登錄系統.....	8-10

第 9 章 VB.NET 2008 資料庫程式設計

9-1 MIFARE 規格	9-2
9-2 MIFARE 讀寫資料	9-4
9-3 餐廳小額消費應用	9-11
本章練習	9-22

第 10 章 盤點系統開發

10-1 系統說明	10-2
10-2 盤點系統	10-6
本章練習	10-18

附錄 A RFID 認證介紹

A-1 CompTIA RFID+	A-3
A-2 EPC/RFID	A-7
A-3 RFID 工程師教育認證	A-8
本章練習	A-10

C H A P T E R

01

RFID 基礎介紹

- 1-1 前言
- 1-2 RFID 系統
- 1-3 RFID 分類
- 1-4 RFID 與 Barcode
- 1-5 RFID 技術標準
- 1-6 各國發展現況
- 1-7 RFID 應用
- 1-8 RFID 相關應用問題
- 1-9 RFID 相關網站

本章針對 RFID 基礎觀念進行介紹，包含系統架構、軟硬體、標準、各國發展現況與應用上面臨的挑戰等等幾個層面，期望讀者在進行 RFID 資訊系統開發前能對 RFID 具備有一定的認識，了解本技術的極限與應用範圍。

1-1 前言

無線射頻辨識（Radio Frequency Identification, RFID）技術是最近越來越熱門的資訊技術議題，但它卻是一項已經有約 50 年以上歷史的技術。1950 年代二次大戰期間，英國便將此項技術應用於戰機的敵我辨識上，之後美國政府實驗室開始運用 RFID 來管制核能原料。到了 1970 年代末期，美國政府透過新墨西哥州洛斯阿拉莫斯（Los Alamos）科學實驗室將 RFID 技術轉移到民間。1980 年代中期，德州儀器公司（Texas Instruments, TI）與摩托羅拉（Motorola）公司開始量產低頻的 RFID 標籤（tag）；1999 年美國麻省理工學院（MIT）成立自動辨識中心（Auto-ID Center），發展高頻的技術與標準。它被認定為 21 世紀 10 大重要技術之一，可以將人類的日常生活從 e 化帶到 M 化，最後進入 U 化的地步。所謂的 U 化指的是「Ubiquitous」一無所不在的意思，希望資訊以多方供給與流通的形式提供網狀資訊分享與交流，達到一種資訊無所不在的「U 化生活」，其中除了無線網路環境外，無線射頻辨識技術也佔了很重要的一環。

RFID 具有下列特點：

1. 無方向性限制讀取資料
2. 辨識距離長
3. 辨識速度快
4. 辨識正確性高
5. 讀/寫功能，資料記憶量大
6. 安全性高
7. 壽命長
8. 標籤穿透性佳
9. 可在惡劣環境操作

目前 RFID 已經被應用在許多領域上，包括動物追蹤、醫療管理、物流業、零售業、國防工業與農業等領域上。

既然它那麼熱門，那到底什麼是 RFID 呢？大家所熟知的捷運悠遊卡就是 RFID 技術的應用。簡單來說 RFID 就是一種無線的辨識技術，與條碼、晶片卡與磁條等其他技術，相同的部分都是要做辨識的用途，只是使用的技術不同而已。RFID 使用無線電波的方式來進行辨識的工作，這樣的無線電波頻段大致分成（1）低頻（Low Frequency, LF）；（2）高頻（High Frequency, HF）；（3）超高頻（Ultra High Frequency, UHF）與（4）微波（microwave）等四部份，請參見表 1-1 說明。

表 1-1 我國各頻段 RFID 頻率與使用狀況列表

頻段	頻率	感應距離	我國使用現況
LF	125 kHz 135 kHz	< 1.5 m	117.6~126 kHz, 129~160 kHz：已指定業務分配但尚未使用
HF	6.78 MHz 13.56 MHz	< 1.5 m	134.1~157 MHz：已指定業務分配但尚未使用，但 13.56 ± 0.007 MHz：供工業,科學,醫療設備使用
UHF	860-950 MHz	> 1.5m	864.1~868.1 MHz：Low-Tier 870~890 MHz：3G 895~915, 940~960 MHz：GSM
	2.45 GHz	> 1.5m	2.45 ± 0.05 GHz：供工業,科學,醫療設備使用

以市面上買的到或實際已經運用的系統來說，低頻主要指的是頻率在 125 kHz 或是 134 kHz 附近，高頻的主流則是在 13.56 MHz，超高頻差異性則較大，常因地區與國家所開放的頻段不同而不同，各國 RFID 超高頻開放頻段如表 1-2 所示，微波則是落在 2.45 GHz 或是 5.4 GHz，其中 2.45 GHz 是屬於全球通用的 ISM（Industrial Scientific Medical）公用頻段。

表 1-2 世界各國 RFID 超高頻開放頻段列表

國別	頻段範圍 (MHz)	國別	頻段範圍 (MHz)
歐盟	869.4~869.65 865.6~867.6	紐西蘭	864~868
南非	869.4~869.65 915.2~915.4	日本	905~956
美加	902~928	韓國	910~914
澳洲	918~926	台灣	922~928

近年來由於美國零售業龍頭沃爾瑪 (Wal-Mart) 與美國國防部 (Department of Defense, DoD) 的大力推動，讓 RFID 的應用越來越受重視。1980 年代後，許多公司開始投入減少 RFID 尺寸大小與成本的研究。隨著矽晶片技術的發展，使得 RFID 在尺寸與成本上逐漸被市場所接受，許多資訊技術大廠如德州儀器、英飛凌 (Infineon)、摩托羅拉、巴貝多商邁奇電子 (Microchip) 與飛利浦 (Philips) 等都相繼投入 RFID 硬體與軟體的研發行列。基於成本大幅下降與研發廠商越來越多的前提下，讓許多行業導入 RFID 技術變的可能。

1-2 RFID 系統

RFID 系統是由讀取器 (reader)、標籤 (tag)、中介軟體 (middleware) 與資訊系統 (information system) 四者所構成。標籤由一塊微小的晶片和天線組成，這樣的組成加上一個簡單的基板稱之為鑲嵌片 (inlay) (圖 1-1)，圖 1-1 左圖是超高頻標籤的鑲嵌片形式，天線多屬長形，右圖則是低頻與高頻標籤的形式，天線是用線圈層層圍繞所組成，後面白色的塑膠貼紙就是基板。不同頻段的標籤界定了可被讀取器存取的範圍，頻率越高對物質的穿透力越高，讀取距離越遠，超高頻標籤的存取範圍可達 3 公尺，但對於液態及金屬物質會出現一定程度的干擾；相反的在低頻與高頻所受的干擾較少，但能存取的範圍只在數十公分內。晶片內具有一組辨識碼 (ID)，可以使用讀取器經由無線通訊方式讀取標籤內的辨識碼或是資料，而這些動作的背後都是由資訊系統透過中介軟體負責驅動與管理。

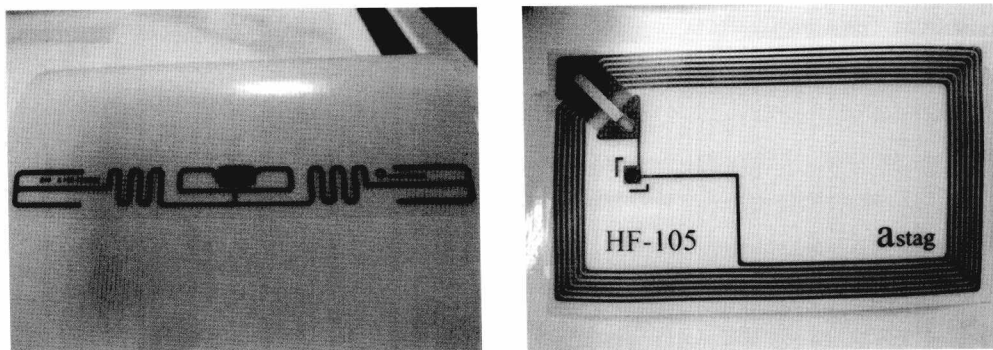


圖 1-1：RFID 鑲嵌片

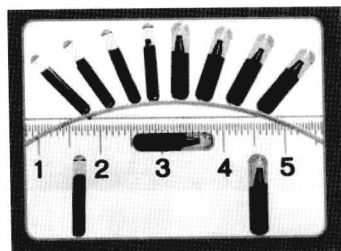
鑲嵌片再經過封裝後，可以呈現出許多不同樣式的標籤，這些樣式多數是取決於用途而設計，常見的有錶帶（wristband）式、塑膠卡（PCB card）、玻璃形式（glass tag）、鑰匙圈（key）、用於金屬物品的金屬專用標籤（metal tag）、具備感測器的標籤與用於安全防護的安全防護標籤（security tag）等（圖 1-2）。



錶帶式標籤



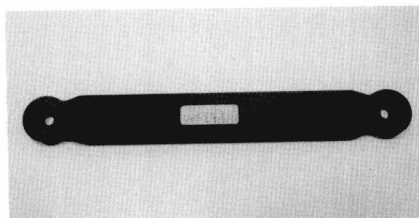
塑膠卡片式標籤



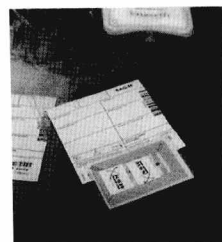
玻璃形式標籤



鑰匙圈式標籤



金屬專用標籤



標籤附加溫度感測功能

圖 1-2：各種不同形式的 RFID 標籤

1-3 RFID 分類

RFID 依使用頻率可分為低頻（Low Frequency, LF）、高頻（High Frequency, HF）、超高頻（Ultra High Frequency, UHF）和微波（Microwave）等四類，低頻和高頻 RFID 是利用電磁感應的原理來運作，超高頻則是使用被動散射耦合（passive backscatter）方式。

除了使用頻段來分類 RFID 外，還可以使用電源方式將標籤區分為主動式（active）及被動式（passive）兩種。前者指的是標籤內具備有電源，可以自行發送通訊電波，可以拉長讀取距離，後者則是完全要靠讀取器的電波能量來驅動標籤工作，目前市場聚焦在被動式超高頻（passive UHF）的應用。針對 RFID 電子標籤部分則訂定有一套詳細的分類準則，將標籤分類成 Class0 至 Class4 等五類。

1. Class 0：只供讀取（read only），此為最基本的標籤，製造商於生產時，已將辨識碼植入標籤晶片內，植入後號碼便不能變更。
2. Class 1：可寫一次（write once read many times），此類標籤在生產時不會植入任何辨識碼資料，使用者可在購買後自己透過讀取器植入資料一次。沃爾瑪要求供應商於 2005 年 1 月開始在貨品上，貼上 Class 1 標籤。
3. Class 2：重覆讀寫，此類標籤為可供重覆讀寫的被動式標籤，適合用作儲存貨品編碼外更多的資料，如有效日期、產地及其他參考編號等，由於所寫入的資料較多，標籤記憶體容量亦較高。
4. Class 3：內設感應器，此類標籤擁有 Class 2 的讀寫效能，更包含額外的感應器，能偵察溫度、氣壓、動向等環境數據。由於標籤本身要具偵測感應效能，一般設計成半主動或主動式。
5. Class 4：天線（antenna），此類標籤本身就如一個天線，能發出訊息與其他標籤進行溝通，毋須再經過其他讀取器，標籤本身亦帶有電池，目前真正應用到此類標籤的例子極少。

讀取器也具備有兩種分類方式，第一種就是搭配使用的標籤頻段不同，一樣分成低頻、高頻與超高頻的讀取器，另一種則是依照與資訊系統通訊介面的不同，可以分成 RS232/RS485/RS422、USB、PCMCIA、CF、SD、Ethernet 與

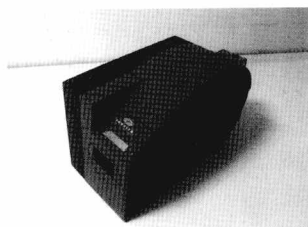
Wiegand 等七種介面，如圖 1-3 所示。目前用於應用程式開發的幾種工具，例如.NET、C++、VB 與 Delphi 等都有對應的通訊元件或模組可以使用，可以利用來開發資訊系統與讀取器間的資料通訊作業中介軟體。



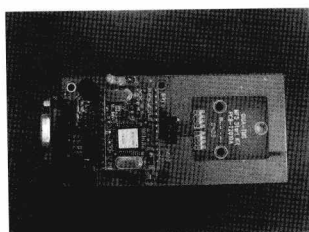
CF 介面



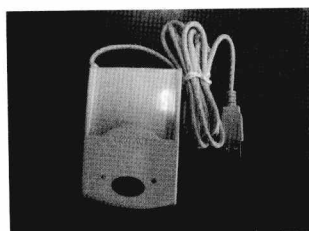
PCMCIA 介面



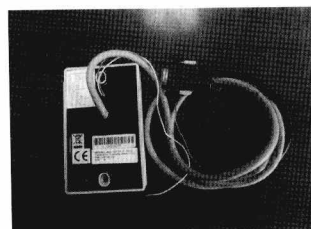
RFID 印表機



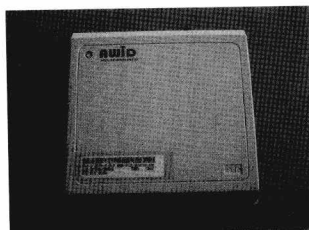
RS232 介面



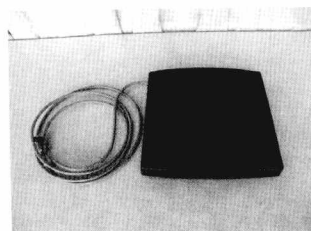
USB 介面



Wiegand 介面



Ethernet 介面



RS485 介面

圖 1-3：各種形式的 RFID 讀取器（本書整理）

RFID 的重點不在 RF 上，而是在 ID 上，再加上不需要電源即可動作（被動式），所以才會比一樣是 RF 技術的藍芽和 Zigbee 應用更廣，更受業界重視，在其價格降低後將取代大部份條碼的應用場合。國內已投入或將投入 RFID 的大型公司目前不多，除宏碁已投入 RFID 網路系統（EPCglobal Network）的建置，國內最大的紙箱供應商永豐餘是另一個最大的 power user；精技、欣技與台揚等則是硬體面的廠商；伍豐、飛捷、鼎新與振樺的 POS 也都會整合 RFID 介面，還有 BenQ 已開發出國內第一款 NFC 手機。

1-4 RFID 與 Barcode

RFID 讀取器 (reader) 及條碼 (Barcode) 掃描器 (scanner) 在功能面都是讀取的設備，但在技術面和應用面上卻有很大的不同。目前全球之商品 90% 以上都印有條碼，在配送、進貨、存貨、銷售與結帳時都由條碼掃描器透過紅外線一次掃描一個讀出各商品碼（內含有國家、物品品項與製造商等資訊），辨識商品後再進行進銷存等的相關作業。條碼幾乎是接近於接觸式讀取模式，一般來說條碼掃描器有兩種形式：(1)固定式和 (2)手持式，通常大賣場使用固定式，便利超商則是兩種形式都有，但是倉庫管理和物流配送就會選擇使用手持式。RFID 讀取器一樣是有固定式和手持式，看應用場合需要選擇適合的形式。

未來 RFID 電子標籤 (tag) 價格降低後將會取代大部份現有條碼應用的場合，RFID 和條碼最大的不同在於條碼屬於唯讀性質，讀取時需要對準條碼標籤，缺點是一次只能讀取一個，也容易破損髒污；RFID 電子標籤則具備記憶體可供資料讀寫，具有安全性高、讀取時較無方向性、可移動中讀取、可同時讀取多個 tag、封裝外型變化多與不需仰賴人力操作等特性。但是 RFID 也有缺點，包括易受到水及金屬物干擾，同時面臨各國開放頻段不一的障礙，再來就是目前成本仍然過高，種種都是 RFID 需要解決的難題。條碼現階段仍具有價格競爭優勢，而且 20 多年來大家都使用習慣了，因此短期內將不會被 RFID 所取代，二者將會搭配使用。

1-5 RFID 技術標準

目前世界通用的技術標準多是由國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 負責制定與公佈，RFID 技術的標準也不例外，針對不同頻段分別可以在 ISO 中查詢到對應的標準。目前低頻與高頻部分的標準是比較確定的，所以被大家討論與研究最多的是超高頻的標準，因為此部分的標準尚未完全制定完畢，仍有開發與改進的空間。

超高頻的標準最早是由美國麻省理工學院自動辨識中心 (Auto-ID center) 開始發展，主要鎖定在標籤的電子商品編碼與通訊技術上，最後將電子商品編碼透過 RFID 技術加以實現。

麻省理工學院自動辨識中心目前已經分成兩個組織單位，一個是繼續專注在研發工作的自動辨識中心，一個是由 5 所研發大學及 100 家企業聯合組成的 EPCglobal 組織，後者主要負責所有透過 RFID 電子商品編碼的商業活動與標準制定工作。EPCglobal 組織是由國際組織 EAN (European Article Numbering；歐洲商品編碼) 及 UCC (Uniform Code Council；編碼規範會議) 合資而成，主導電子商品編碼網路 (EPCglobal Network) 的建立與發展，期望在全球任何產業中，提供一個全球即時的標準、自動化且精確的供應鏈商品認證工作，整合與發展流程如圖 1-4 所示。

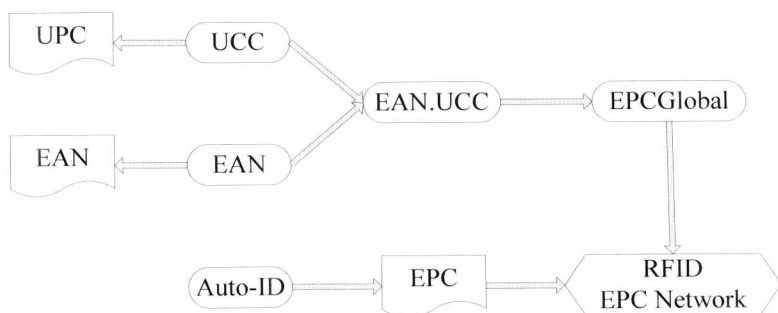


圖 1-4：電子商品編碼網路整合發展流程圖（本書整理）

電子商品編碼的資料定義分成四部份（圖 1-5），分別是：

1. **標頭 (header)**：為電子商品編碼的第一部份，主要定義該電子商品編碼的長度、識別類型和該標籤的編碼結構。
2. **公司代碼 (manufacturer)**：具有獨一無二的特性，為一個組織代號，也是公司代碼，並負責維護結構中最後兩組連續號碼。
3. **物件類別碼 (product)**：在電子商品編碼結構的角色為辨識物件的形式以及類型，也具有獨一無二的特性。
4. **序列號 (serial number)**：連續號也同樣具有單一的特性，賦予物件類別中物件的最後一層，使得同一種物件得以區分不同個體。