

条形码技术

机电部北京自动化所 王泽民 杨新治

【摘要】本文根据作者近几年从事条形码识别技术的研究和开发工作的一些体会,对涉及条形码技术的识别原理、信息变换技术、应用实例以及国际上常用的几种代码的编制方法做些具体介绍。

Abstract

Based on the knowledge obtained from the research and development works on bar code identification technique in recent years, the author introduces the identifying principles, information conversion technique, application examples and coding method for several usually used international codes related to bar code technique.

一、引言

条形码技术的应用起源于70年代初期。这项技术最早是用于超级市场商品销售的自动结账和有轨电车的行驰调度。在其后的很长时间内,条形码技术并没有受到人们的普遍重视,直到进入80年代后,作为信息存储和传递的条形码技术才迅速推广应用到各个行业,成为自动识别领域中的一个重要分支。目前在工业发达的国家,条形码技术作为一种新兴的高技术产业,正在以每年20%的产值迅速增长。据报道,1988年美国生产的与条形码技术有关的设备(不包括计算机)的年销售额已达10亿美元。同年,日本的这类设备年销售额也已接近100亿日元。当前,条形码识别技术在这些国家已经普遍应用到涉及物流信息自动处理和工业自动化生产过程的众多行业,并由此产生了十分明显的经济效益和社会效益。那么是什么原因使这一技术有如此迅速的发展呢?我们认为除了这项技术本身固有的一些特点外(例如识别速度快、可靠性高、系统造价便宜、使用方便),还有二点重要的因素:

1. 当今社会的发展已进入到了信息化社

会阶段,人们对信息的收集及反馈越来越重视,各种信息已担当起指导工业生产和商品流通的重要作用;

2. 计算机应用技术的迅速发展,特别是微型计算机性能的提高和成本的大幅度降低,使许多行业部门有可能实现生产过程的自动化和事务管理的现代化。

为实现上述要求,如何准确迅速地向计算机输入各种信息,充分发挥计算机的应用潜力就成为人们十分关注的一个课题了,条形码技术则正是解决这一难题的有效手段。从某种意义上说,正是计算机应用技术的普及才推动了条形码技术的迅速发展。

我们所从1982年开始了条形码识别技术的研究工作,曾先后研制了激光扫描式条形码识别器和CCD摄像扫描式条形码识别器,并分别将这两种识别器应用到自动化仓库、图书馆以及邮政系统。下面根据近几年的工作体会,对条形码和识别技术作些具体介绍。

二、条形码(Bar code)

1. 什么是条形码

条形码是一种供机器识别的代码,它通

常是用若干个宽窄不同、黑白相间的线条，按一定规律排列组合来表示某些文字或符号信息。一幅完整的条形码标签，在条形码图形下面还常印有供人员识别的相应文字信息，参看图一。



图1 典型的条形码标签

在实际应用中，人们通常都对条形码所表示的字符赋予一定的意义：例如在仓库管理中表示物品的名称、数量、进出库日期等；在工业自动化生产过程中用来表示零件代号、加工步骤等；在人员管理中表示人员的特定信息。将这些具有实际意义的条形码事先印在物品上，或打印在加工单据上以后，无论物品走到哪里，人们都可以根据事先约定的标准，用专门的机器获得关于此物品的有关信息。

近几年条形码技术能够迅速被各个行业采用，其中一个重要原因就是这种代码在编制上巧妙地利用了构成数字计算机内部逻辑基础的“0”“1”比特流的概念，使用若干个与二进制数相对应的宽窄条纹来表示某个文字或符号（详见编码表）。这样一种代码非常容易使用简便的阅读设备进行自动识别，而且具有极高的可靠性。据报道，采用类似的光学字符自动识别方法（OCR），机器识别的置换误差为万分之一，而工业用条形码识别的置换误差可达三十万分之一。

采用这种编码方法的另一个特点是，使用的条形码的标签制做比较方便。它既可以印在商品的外包装上，也可以使用普通打印

机或专用条形码打印机与其它文字、图案同时打印，从这个意义上说，条形码则是唯一可以直接打印的机器语言。

条形码也是一种网络技术，由条形码形成的各种报文可以方便地使用不同的机器有机地联系起来，形成一个信息传输的廉价通讯网络。利用这样的网络，可以使处于不同位置的工作站，获得加工过程信息或控制管理信息后，直接与管理计算机通讯；再由管理计算机分别进行数据处理和发出相应的命令。图二就是由各种条形码识别设备和打印设备构成的一个通讯网络框图。

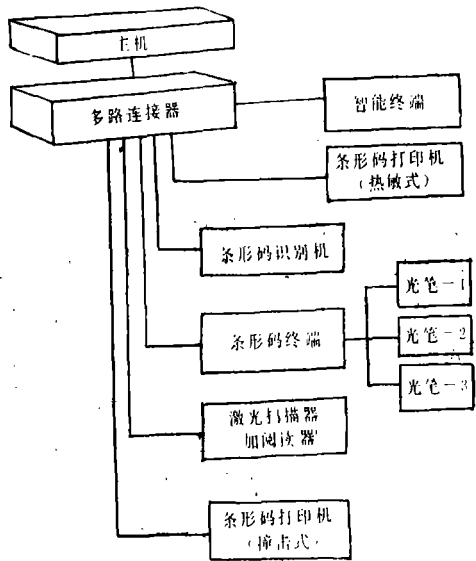


图2 通讯网络

2. 编码介绍

1949年美国首次公布了圆环状条形码的发明专利以来，世界各国先后发表了几十种编码方法。这些编码在信息容量、用途、可靠性等方面均有差异，使用场所也不相同。有的代码通用性很强，例如5取2码；有的则专门适用于某一应用领域，例如超级市场使用的UPC/EAN码、医疗卫生行业使用的CodeBar码等。在此，仅对国外常用的几种著名编码作一简单介绍。

交叉5取2码 (Interleaved two of five code)

这是目前应用最广泛的一种代码。美国物料管理协会(Material Handling Institute)把这种代码定义为USD-1(Uniform Symbol Description)标准代码。该码使用3个窄条纹和2个宽条纹的排列组合来表示一个字符,其中宽条纹代表“1”,窄条纹代表“0”。图三给出了交叉5取2码的编码图例和相应的编码表。由图三可知被编码的字符串中奇数位都是使用黑条纹表示,偶数位使用白条纹,奇偶位字符的编码交叉在一起故称为交叉5取2码。

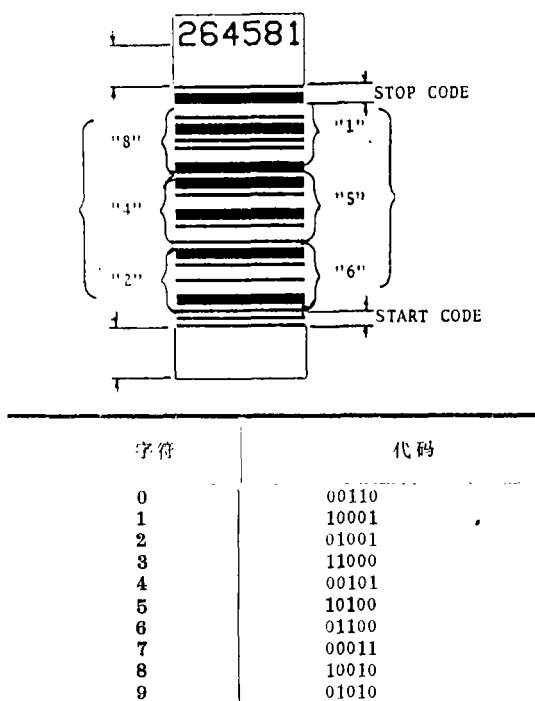


图3 交叉5取2码图例及编码表

交叉5取2码要求前面至少有十个窄条纹宽度的空白区,并规定了专用的起始符Start=0000,终止符Stop=100。该码的最大优点是编码中充分利用了编码空间,而且没有字符间隔,所以信息密度最高可达17.8字符/英寸。这种码能够自检和双向扫描,缺点是代码的长度虽然可变但字符的总长必须是偶数,遇到奇数时需要加0来补成偶数,同时由于属于连续码且无校验字符,所以在实际应用中字符长度必须固定,以免

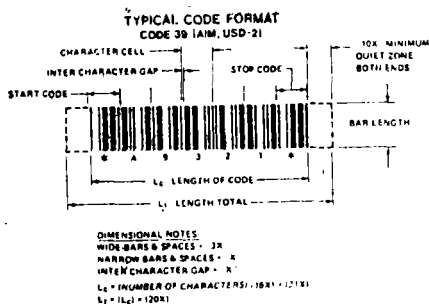
误识。

39码 (Code39)

与交叉5取2码一样39码也被美国物料管理协会采用,命名为USD-3标准编码。图四绘出了编码图例和编码表。39码使用9个连续的黑白条纹来表示一个字符,这其中必有3个是表示“1”的宽条纹,所以也称为九取三码。表示字符的每组代码都是以黑条纹开始,黑条纹结束,每个字符之间都用白间隔分开。使用这种代码可以对0~9,10个阿拉伯数字;A~Z26个英文字母和几个特殊的符号,共计43个字符进行编码。该码使用符号“*”的代码作为字符串的起始符和终止符。如果将某些字符当做符号使用,39码可以用来对全部ASCII符号进行编码,39码的优点是,若使用校验字符则该码具有极高的可靠性。39码的字符长度可变,也可以双向阅读;缺点是编码复杂,信息密度较低,为9.14个字符/英寸。39码也是目前世界上使用的最多的一种代码,尤其在工业界几乎成了一种标准代码,美国后勤部选用的LOGMARS(logistics Application of Automation Marking and Reading Symbols)中的条形码即为39码。1983年我们为第二汽车制造厂自动化仓库研制的激光扫描条形码识别机阅读的货箱代码也是39码。

UPC码:

UPC码的全称为通用产品代码(Universal Product Code)。该码于1973年正式被美国食品杂货业委员会选作超级市场自动结账用标准代码。1976年欧洲商品编码委员会(European Article Number Executive Committee)公布了与UPC码兼容的EAN码,日本则制定了相应的JAN码。同交叉5取二码一样,UPC码只能对0~9十个阿拉伯数字编码。该码具有固定的长度,一般为12个字符。UPC码的格式及编码表参见图五。



CODE BY Config Configuration							
CHAR.	PATTERN	BARS	SPACES	CHAR.	PATTERN	BARS	SPACES
1		10001	0100	M		11000	0001
2		01001	0100	N		00101	0001
3		11000	0100	O		10100	0001
4		00101	0100	P		01101	0001
5		01010	0100	Q		00011	0001
6		01101	0100	R		00010	0001
7		00011	0100	S		01010	0001
8		10010	0100	T		00110	0001
9		01010	0100	U		11001	0001
0		00110	0100	V		10001	0001
A		00010	0100	W		11000	0001
B		00010	0100	X		00101	0001
C		11000	00101	Y		00101	0001
D		00101	00101	Z		00101	0001
E		00101	00101				
F		00101	00101				
G		00101	00101				
H		00101	00101				
I		00101	00101				
J		00101	00101				
K		00101	00101				
L		00101	00101				
M		00101	00101				
N		00101	00101				
O		00101	00101				
P		00101	00101				
Q		00101	00101				
R		00101	00101				
S		00101	00101				
T		00101	00101				
U		00101	00101				
V		00101	00101				
W		00101	00101				
X		00101	00101				
Y		00101	00101				
Z		00101	00101				
[00101	00101				
\		00101	00101				
]		00101	00101				
{		00101	00101				
		00101	00101				
}		00101	00101				
~		00101	00101				
^		00101	00101				
_		00101	00101				
`		00101	00101				
~		00101	00101				
^		00101	00				

Table 1 Symbol definition. A unique 64-symbol code, in which each bit has the top zero and the character of level 0. The code is 100% error-free. The code is 100% error

图 5 UPC 码

的印制公差要求比一般工业用的代码高，不能使用常规的方法打印，这种代码是由专门机构统一设计注册然后将基片提供给商品生产厂制印标签。

三、识别原理及装置介绍

条形码识别属于光学识别的范畴。识别的核心内容就是通过光学扫描或成像把沿空间一维方向分布的条形码信息传递到光电变换器件上,然后转换成以时间为变量的时序脉冲串。图六给出了使用He-Ne激光扫描器阅读条形码信息变换过程。

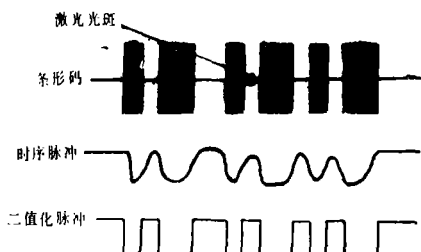


图6 激光扫描条形码的信息变换过程。

由于条形码本身的独特构造,使得利用光电转换将图形信息转换成计算机处理的二值化数据时非常方便,因为黑白相间的线条正好对应于信号的高低电平,尤其是使用激光或CCD一类传感器构成的高速扫描装置可以每秒钟几十次甚至几百次的扫描速率对条形码标签进行重复扫描阅读,这样无论是静止还是运动中的条形码标签都可以在很短的时间内被重复识别多次,从而可以实现快速识别。在许多实际应用系统中,例如高速的自动化流水生产线上,自动化仓库中,信息的采集速度直接关系到整个系统反应能力,因而是一个重要的参数指标。使用条形码技术,可以满足大多数应用场合的数据快速采集的需要。

条形码识别中的另一个特点是识别的准确性高，除了在条形码的编码原理中就有足

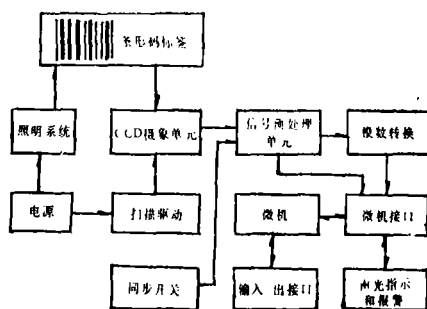
够的保证外,在代码的制做过程中还可以在整条信息中加上通过专门公式计算出的检验字符,在使用高速自扫描设备识别条形码时,即使条形码图形中某一部分形成局部损伤,仍可通过条形码上不同部位的重复阅读以及相应的译码技术使其信息还原。这一点,使用其它自动识别方法就很难实现了。

下面就结合我们在1986年研制CBR型CCD条形码识别器对条形码的识别过程作些具体介绍。

近几年随着大规模集成电路制造工艺的提高和生产成本的降低,使用CCD图象传感器作为条形码识别器核心元件的装置已陆续投入市场。CCD是一种利用CMOS工艺制造的具有光电转换和自扫描功能的图象传感器。全称为Charge Coupler Device即电荷耦合器件。线阵列的CCD图象传感器通常由沿一维方向均匀分布的数百到数千个光敏单元构成。在这个器件上施加专用电路和相应的光学成像系统后,即可构成类似电视摄像式的条形码阅读器。

使用CCD条形码阅读器识别条形码的工作原理参见图七。识别主要分为二个阶段,即光学成像阶段和光电转换阶段。当印有条形码的物品通过装有摄像物镜和CCD器件的阅读头时,条形码被外界光源照明,成像在CCD器件的感光面上。该器件在扫描驱动电路的作用下,以其特有的光电转换和移位寄存功能将沿CCD表面连续分布的条形码照度信息进行线性转换,使CCD器件上的每个感光单元都产生与照度信息相对应的一个个电荷包。这些电荷包在扫描驱动电路的推动下,依次从转移通道送出,从而完成一次扫描的条形码信息变换过程。同激光扫描器一样,使用CCD器件的条形码扫描器可以按每秒几十次到几百次的速率扫描条形码标签。当该识别器安装在流水线上实行物品代码识别时,一般还要加上外同步控制信号,以便一一对应地进行数据采集。此时每

当物品到达识别器前端时,物品就触动外同步信号,识别器随之将扫描到的信息通过信号预处理电路、数字化电路后,送入微型计算机的数据接口。为保证识别的准确性,计算机将在同步信号的控制下,多次采集条形码数据,然后根据条形码的编码原理,对数据进行统计、检验、确认、转换传输、显示等。通常,识别出的条形码相应文字信息均译成ASCII码通过串行数据通讯口送往上一级计算机。



图七 CCD条形码识别工作原理

我们研制的CBR型条形码识别机使用具有2048个感光单元的CCD器件,可以识别在工业界常用的交叉5取2码(即USD-1码), Code39码(USD-2码)以及国内邮政业务使用的矩阵5取2码等多种条形码。识别器的主要技术参数如下:

扫描速度:	50~200次/秒
条纹分辨率:	$\Delta X_{\min} = 0.2\text{mm}$
工作距离:	200~800mm
读码景深:	$\Delta X = 0.3\text{mm}$ 时为 $\pm 25\text{mm}$ $\Delta X = 0.7\text{mm}$ 时为 $\pm 50\text{mm}$
标签倾角:	上下 $\pm 40^\circ$ 左右 $\pm 55^\circ$
数据输出方式:	RS-232口, RS-422, 数码管显示

CBR型识别器的主要技术指标经测试均达到了国外同类产品的当前水平,由于该识别器的阅读头体积比较小,可以方便的安

装在工作台上,同光笔一样用于静态物品(文件、书刊)上的标签识别,也可以安装在传输线旁,对运动中的物品实现快速识别,识别器的工作参数变化范围大,既可用于工业现场,也可用在办公自动化过程,使用比较灵活。CBR型识别机于88年底通过了局级鉴定。

四、应用举例

我们研制的二种自动识别用条形码识别器曾先后应用到自动化仓库、邮局以及图书馆等领域。下面仅举两例介绍条形码识别器的使用情况。

例一:条形码标签印制过程中的自动检查

目前国内挂号信件的登录工作正逐渐由手工操作改为使用条形码识别技术,各大城市使用的挂号信用条形码标签大多数由北京邮政科学研究所提供。该所在条形码标签的制做过程中要求对每张标签的印刷质量都进行检查,检查内容包括条纹的对比度是否满足使用要求,编码是否正确,印刷尺寸是否超出规定的公差范围等。以确保在全国各地使用的标签具有一致性。这些检查工作若使用人工测量或手持光笔识别,都是非常困难的。为此,该所采用了我们研制的CBR型条形码识别器,并专门为他们扩充了同步识别、自动比较、出错显示及控制印刷机电源等功能。

条形码印刷机的印制速度为1500张/小时,印张步长可调,条形码全幅通过时间在0.15~0.2秒之间。经过几个月的使用表明CBR型条形码识别机工作正常,实现了对印刷标签的百分之百在线检查。

例二:自动化仓库货箱识别

1986年我们首次将激光扫描条形码识别器用于第二汽车制造厂产品配套处的自动化仓库。该处保管有组装汽车的零部件1000多

种,其中贵重、常用的200多种零部件存放在自动化仓库中。库内共有8080个货格,仓库滚道的传输速度为每分钟12米。传送货箱之间的最小时间间隔为25秒。若使用人工向计算机键打入出入货箱的零件代号,劳动强度大,易出差错,不利于使用计算机进行货物的管理和出入库自动操作。使用激光扫描识别器后,读入一个货箱代码的时间不超过0.2秒,这样就可以节省出较多的时间让计算机进行货格查询、货箱分配、存放操作等工作。这种工作方式的数据输入速度和可靠性都是人工操作无法比拟的。

在国外条形码识别器的应用也很广泛。

例三:美国通用电器公司(GE)投资200万美元建立一条配有激光扫描条形码阅读器的电视机组装生产线,利用自动识别系统监视和指挥电视机的整个装配过程。对元器件的分发,整机组、装测试以及贮运都实行了自动跟踪,这样不仅大大改进了生产过程的质量管理水平,而且提高了物料周转速度、降低了加工成本和差错率,有效地保证了产品质量。据报道整个系统的投资仅需两年时间就可收回。

例四:在商品流通领域条形码技术也有应用潜力。在超级市场除了用于购物自动结账外,也对商品订购、仓库清点、价格调整和沟通产销信息等工作带来极大的方便。美国大众百货公司仓库存有900多种35万件物品,应用这种技术后,提高了工作效率,减少了差错,加快了物资周转速度。在不增加人员的情况下,营业额从3亿美元增加到9亿美元。

当前我国条形码技术的研究和应用都属于初级阶段,与国外一些发达国家已形成的标准化、系列化研制和大规模推广应用相比较,还有很大差距。但是近几年,我国以计算机应用为代表的各种新型工业已经取得了长足的进步,涉及条形码识别的一些单元技

(下转第36页)

根据上述方法,用各坐标的脉冲当量作为该坐标的变换系数:

$$K_1 = 600/480 = 5/4 \text{ 丝/脉冲}$$

$$K_2 = 400/480 = 5/6 \text{ 丝/脉冲}$$

在设计数控软件时,为了尽可能提高插补速度,并设法减少运算时的误差,为此将式(3)、(4)、(5)进行等价变换:

$$\text{令 } F_i' = F_i/K_2^2,$$

$$K' = (K_1/K_2)^2 = 2.25,$$

则式(3)、(4)、(5)可以等价写成

$$F'_{i+1}(-\Delta X) = F_i' + K'(1 - 2X_i) \quad (6)$$

$$F'_{i+1}(\Delta Y) = F_i' + 2Y_i + 1 \quad (7)$$

$$F'_{i+1}(-\Delta X, \Delta Y) = F'_{i+1}(-\Delta X) + F'_{i+1}(\Delta Y) - F_i' \quad (8)$$

可见式(6)、(7)、(8)已较式(3)、(4)、(5)已有所简化,因而运算速度较快,且常数 K' 为有限小数位,仅出在其中的一个式(6)中,这将能使运算误差减小。

在设计软件时,若将插补程序作为中断服务程序,使每中断一次插补一步,则中断服务程序框图如图2。

四、结 论

本算法曾在数控车床上进行实验,认为具有以下优点:

1. 插补精度高,误差小于或等于二分之一一个脉冲常量;
2. 具有较好的通用性,当驱动设备有所区别或略有改动时,仍可共用一个程序;
3. 既可插补正圆曲线也可插补椭圆曲线。
4. 其原理对多坐标插补也适用。

图3给出了两组不同 K' 值时的插补图形,图3(b)是两坐标脉冲当量不等时插补圆弧的情况。

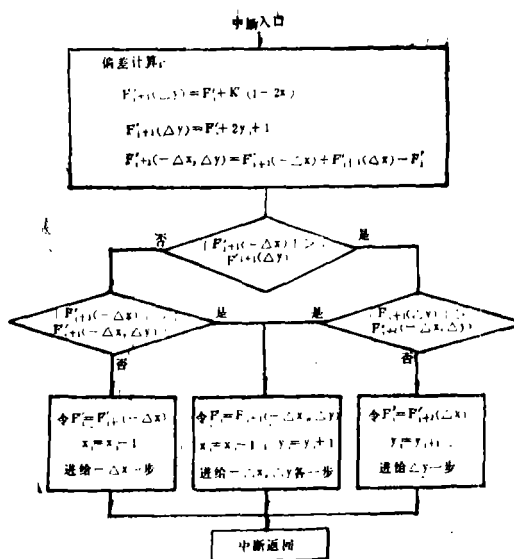


图 2

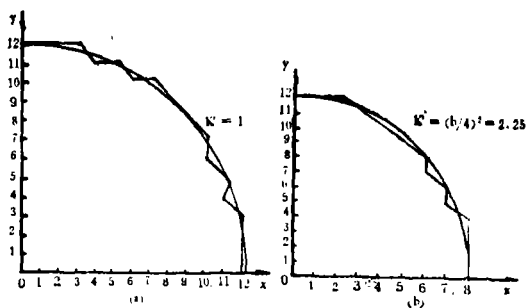


图 3

参 考 文 献

- 1 邹士敏. 对两种常用插补方法的改进. 机械工业自动化, 1986, (1): 36

(上接第34页)

术也有一定的基础。这就为条形码技术的研制和开发创造了相应的条件。特别是通过国内各行业与国外的技术交流和合作的日益增多,人们对信息工作重要性的认识越来越清楚。我们相信面对工业生产自动化和管理工作现代化这一社会变革的必然趋势、作为信息工业中重要分支的条形码技术很快会在我国得到普遍采用。