



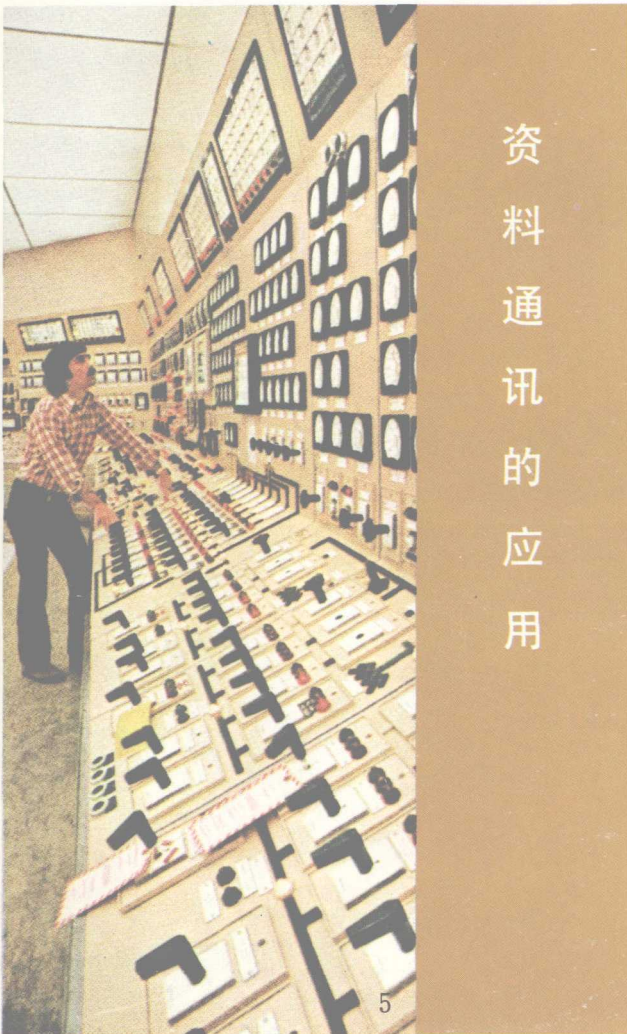
1



2



3



5

资料通讯的应用



4

1. 终端打印机：密执安州某中学正在试验电脑的新教学法。图为一中学生正在终端打印机上工作。
2. 自动记帐机：纽约州某镇的一个工具商店。顾客正在用电子计算器，营业员则用电脑把款数通进电脑直接到银行顾客的户头记帐。买东西不再用货币，连接全镇的电脑网已使该镇成为无货币社会。
3. 支票保证终端机：这是哥伦布市的一个超级市场（super market即菜场）。这位姑娘在货架上选好了菜，用小车推出来准备支票付款。她把支票塞入这台支票保证终端机（cheque garrenttee terminal），终端机就立刻从银行那里查明她的户头的存款是否够付这张支票，打在支票上，她就可以用它付款。哥伦布市125个菜场都有这种支票保证机。
4. 无人提款机：一个顾客在银行的自动提款机前提款。右手将信用卡塞进去检验登记后，左手接到机器吐出来的钞票。
5. 用电脑控制车间生产。

資料通訊的發展

THE DEVELOPMENT OF DATA COMMUNICATIONS

祝运常

一、緒言

近二三十年来计算机工艺的飞跃发展，大大地提高了人类的生产力。人类在利用自然资源、控制生产工具、处理资料各方面起了革命性的变化。人们的生活方式，社会结构也在这情况下起着急速的转变。基本上来说，计算机工艺的发展是人们对资料处理方式的发展。自动化的结果使得处理资料的本领在速度上、在质量上得到史无前例的扩展。这种工艺发展之快，还没有任何其他工艺可与之相比。人们对资料处理的花费在急速下降中：资料存储的成本每一年就约下降28%，计算速度的成本每一年就下降约15%—25%。这种进步的速度在可预见的将来还一点也没有稍为衰竭的征兆。随着计算机的越来越便宜，越来越小和越容易使用，自动化资料处理的方式已开始推进到社会上每一个角落，影响到每一个行业，每一个家庭。

由于上述的经济效率的原因，现阶段资料处理已经由简单集中方式逐渐演化成分布的网络（distributed network）。如何将各个分布的五花八门的资料处理机器有效地连接起来遂成为新的研究课题。另一方面来说，电话、电报、邮政、办公室作业等传统的资料通讯方式也受到自动化计算机发展的影响，而在很快的蜕变中。所以我们说“资料通讯”实在是计算机工业和电讯工业现阶段结合最重要的共同研究发展目标。

本文的目的是将现在资料通讯的技术发展和运用及其展望作个简介，并尝试由此去了解这些进步对社会的影响。

二、资料通讯的应用

现在资料处理发展的特色是分布化（distri-

bution）。一个计算系统的控制、存储和输入输出各个部门都往往分布成了许多单元，靠通讯线路来协调指挥，分工合作。这种功能的分布化，有的形成主从层次，有的又形成完全平行独立然而又能相互支援的形态。分布化的结构往往形成网络，形式千变万化。应用资料通讯网的例子也不胜枚举——例如旅行社的订票、银行出纳、零售买卖等。我们用下面一些例子可以了解一般。

1. 飞机票订票网

这类通讯网多半设有一个资料中心，将几十个航空公司、上百个城市资料集中起来。在各地机场、城市航空公司办事处、各旅行社建立起几千个甚至上万个查询终端机（terminals）。在不同城市的各终端机前，人们都可以同时对各种班机、票价获得即时而准确的资料。航空公司对班机编排调整的新资料可以随时存入订票网内，而旅客对订票网的各种选择可以完全了解掌握。任何两地间的班机情况可以很正确地在第三地显示出来。行程可以随改随订，毫无问题。

在终端前查询的表示法都已有固定的简化程式。目前一般的设计是将许多终端机先汇集到一个集中机（concentrator），各个集中机轮流向中心计算机通讯。庞大的资料库存于中心计算机里。目前普通一个网络内中心计算机一秒钟可以处理近200件查询，每个顾客的查询平均只要等两秒钟即可以得到回应。

2. 银行作业

一个大银行可以有几十个甚至几百个分行座落各地。为了准确地和迅速地掌握整个银行和各地客户的来往资料，总行有个大中心资料库。这个中心的计算机和各分行的本地处理机以高速通讯网联系，而分行的本地处理机又和许多出纳员手边的终端机联系。资料的处理一部分在总行而一部分是分到各分行的处理

机里去的。分行处理机随时处理各出纳员终端机送来的、有关各帐户的收支结算。另一方面每日终了时，分行处理机又可将各个分行总结算情况向总行中心计算机汇报。总行分行间的资料有时也可以即时传送。存储的资料随时可以校准，有的也可以高速度成批(batch)处理。

普通分行间的各终端机多以环形连结式和分行处理机联系，分行处理机和总行的中心计算机再以各式交结法联系。它们往往各都有容量极大的磁盘存储资料。

3. 零售商场

欧美商场不论是用具、服装、针织、玩具、五金器材或是罐头蔬菜，往往都是由许多大公司经营。一个大百货公司经常有几十个分店至数千个分店，而一个大食品公司往往也可有几百个所谓的超级市场(supermarket)。一个大商场内商品名目可有几万种。大凡标价、订货、清货、出纳多是半自动式以计算机处理。这样以少量的人工有效率地管理庞大的商场，而顾客也可以在短时间内选购到自己需要的东西。

和前述的银行资料网比较起来，这些零售商场分店的处理机更具自主而复杂的功能。普通分行内所有出纳作业完全由分行的处理机处理。出纳员在柜台可以用磁或光的输入扫描器，将货品标签上的品名价格等码子(computer coding)读入终端机。各种结算、开票可以在终端机的萤光屏或纸单上打出来，结帐手续迅速准确。分店处理机将各柜台资料随时汇集在一起，每天营业终了时向总行中心机器结算。有许多顾客不用现钞交易，而用商场发的编号记帐卡记帐。这种记帐卡有的通行于一个公司的各分行之间，有的甚至通行于完全不同性质的公司之间。总行的计算机资料库存有各记帐户的资料。对记帐卡的真伪查验、赊欠支付等记录也可经柜台透过分行处理机向总资料库查询。

一般来说，分行和总行机器之间是用电话线来输送数字资料。一部分行机器可以接上几十个到百多个柜台终端机，而每个终端机每小时可以处理二三十宗买卖。一架分行机器在最紧张的时候每小时可以总管二三千宗买卖。每天终了时分行向总行成批汇报，几万宗买卖的记录在几十分钟内可以清算完毕。

三、通讯网结构和输送形态

资料通讯有对话式、查询式、成批处理等。双方通讯一来一往，有的信息都是简短的，有的又多是很长的，而还有的是某方向信息往往很短，而回来方向的信息又往往是很长串的资料。就使用的频率而言，有的通讯是少数用户长期接通式，有的又是多数用户的偶发使用式。所以在设计通讯网时，就传输介质、软件结构等都要考虑到这些在应用上的特征。

随着应用环境的需要，通讯网络有的成树枝状结

构，有的成多通道网结构。前者任何两个网上操作点之间只有由上而下的一条通道，操作点有主从之别；而后的操作或存储是分布性的，任何两点间可有多条通道。有的通讯网只限在一个建筑物之内，而有的可以大至跨越数个国家。有的通讯网只为一种特别的应用而设计；而有的通讯网是一般性的，许多不同的应用，只要以一定形式送进网里就都可以得到适当的处理。

通讯网上可以将主要的操作集中于一处，也可以将之分布于不同位置的小操作点上。至于数据存储也有集中的资料库及分布的资料库等不同的设计。

长距离通讯大多数是利用现成的电话线路，由各地地区的邮电单位提供设备。由于绝大多数现有电话线通讯是模拟式的，而计算机资料信息是数字式的，所以有必要先将资料及指令经过数据机(modem)调转为模拟式的，才可以输送。接收方得到模拟式信息，又得由数据机将之转成数字式的资料及指令。所有这些信息转换必须符合一定的国际通用规格，才容易搭配上各式的电话线。自然如果输送线本身就是新的数字式的设备，数据机的转换手续就可以免了。

一般通讯线路的传输速度受到它的杂音程度的影响。低速线有低至200比特/秒(bits/sec)，高速线有高至几百万比特/秒的。高速线常由许多向同目的地输送的信息多路复用(multiplexed)。用模拟线路输送线时，越高速的传输就需用越宽的频带。就单位信息而言，越宽频带的输送线越便宜。网络上两个操作点间的通讯如果长而频繁，则以专线连接为宜，否则则以数对操作点一起共用同一网络为经济。在后者情况自然需要各式复杂的交换控制手续了。

各方面的进步都会影响到通讯系统的衍变。总的来说，通讯网络会继续朝着功能的分布化发展。本文下面要讨论到未来计算通讯的展望。这个问题可由(一)基础计算工艺，(二)传送系统，(三)新运用方案和(四)系统设计等几方面来谈。

四、基础计算工艺

如绪言所提，计算机工艺设计一直在快速地进步着，其中硬件的进步比之软件更为显著。运算速度的成本(每单位时间能作一次运算的成本)每年在以15%—25%的速率下降着。由于大规模集成电路(IC)工艺的进步，每个计算小片(chip)上的线路密度越来越高。无论是双极(bipolar)或是金属氧化物半导体(MOS)的电子门(gate)，早都降到美金一分以下。每个小片上的随机存取存储器(RAM)容量16K或64K的，目前每比特(bit)只值美金0.05分。单位存储系统的成本以每年28%的速度下降。

此外还有电荷偶合(charge coupled devices)及磁泡(magnetic bubbles)等存储工艺的进展，使得将来资料的单位存储系统变得更小更便宜。

输入输出设备也以各种不同的形式出现。数据、

图表、曲线、影象以至手笔文件及谈话声音等都成了计算机能够处理的对象。现在只要两地间有根电话线，一张图形文件在传真机上只花上几分钱就可以一下子传送到远处。大容量的机外存储器的发展使人们处理资料的能力，由几万组 (byte) 增加至几十亿甚至几百亿组。即使是大量的资料都可以用交互 (interactive) 的形式传送。

· 五、传送系统

1. 传统输送方式

现在地面传送方法有平行电线、同轴电缆、微波和波导管等。将数百条甚至数千条通讯道共同用一个宽频带传送，大大地增加了传送系统的使用效率。这样每条通讯道的架设成本和使用成本就大幅度地下降。

2. 光导纤维输送线

光导纤维的传送是利用激光一类的光源经过调制后在玻璃及塑胶纤维上传送信息。这项技术近来发展甚速。这种方法的特点是频带极宽，通讯容量大，衰耗小，可以长距离免用中继器 (repeater)，容易装置，不受电磁干扰，保密性高。它的价格目前已差不多可以和其他传统的地面传送方法相匹敌了。

目前这项技术的水平可以在几公里内不用中继器，设计出 4—5 亿比特/秒的宽频光导线来。光导线的各种接头设计要求比较高，光电信息互换调制的机器也比较复杂；但在 1980 年代初期，光导纤维肯定会被大量使用，尤其是在流量大的通讯线上。

3. 卫星通讯

人造卫星用在非军事性的通讯上，已有近 20 年的历史。由于电路设计、存储系统的进步以及天线的改进，已经大大地减低了卫星通讯的成本。原来在卫星发射、地面收发站及微波转播网等方面的设置都需要极大的投资。然而目前已经可以考虑到用高段的超高频率通讯，采用轻巧的小天线在办公楼上甚至家庭屋顶上收发信号。另一方面通讯功能分散了，地面庞大的转接通讯的需要也减少了。

国际通讯卫星现已发展到了第五代。计划于 1979 年末或 1980 年初开始发射的第五型 INTEL-SAT 卫星，每个通讯量达 2300MHz 的频宽，容得下相当于 12500 条双向的电话通道，成本每条只合美金 700 元左右而已。这种成本每年是以 30% 的速度下降的。

国内用的通讯卫星系统像美国、加拿大、苏联、印尼等都各有许多不同的设计。1981 年起美国包括 IBM 投资在内的 SBS 全数字式新型商业卫星即可问世。再往后，像 Western Union, AT&T 等大公司的新型卫星系统也要陆续建立起来。后来的这些新卫星在天空中可以作线路交换，并且机动改变电波波束的辐射地区和频宽，通讯的质和量因此可以大大的提高了。

通讯卫星以能相对于地面保持不动为宜，一般设计多是如此。这种同步卫星高度大，涵盖面积广，但是有个特殊的问题是它与地面通讯一来一往花费时间甚长 (约 0.6 秒)。不过利用一套特定的通讯应答规约 (protocol)，对于提高传送量，消减误差等问题还是解决得了的。

卫星通讯最适合于幅员广大，地面交通不便的地区通讯。新型的地面收发站还有可以随时移动的好处。声音、文字、影象的传送都可以用于同一系统里面。对于原来地面通讯网发展较差的地区，特别有考虑的价值。

4. 数字式通讯网

近来发展的数字式电话系统，利用脉码调制 (PCM) 一类的原理，有设计简单、成本低、速度高、误差少、保密性高、可靠性大的好处。然而传统的电话设备都是模拟式的。工业先进的国家稠密的模拟电话网早都已花了极大的投资建立起来，不能一朝废弃而不善加利用。因此目前数字式电话也只能逐渐地取代旧的系统。计算机资料地面传送借用旧有的模拟电路系统，自然也得经过数据机作数字与模拟式的转换。这种办法在频率容量、误差率等上面都有限制。当通讯质量的要求超过某一水平以后，就以直接发展数字式通讯网为好。数据资料在全数字式的通讯网中传送，没有用数据机调制的必要。就通讯网发展落后的国家地区而言，本来就没有庞大的模拟网络存在；既然是要从头设计起，就更可以考虑采用数字式网络。

在美国提供数字式传送网的有 AT&T 的 Data-phone Digital Service (DDS), Microwave Communication Inc. 的微波网，Southern Pacific 的 DATRAN 等。数字式网络中线路接通时间及记帐单位时间，都比传统网络短很多。

5. 分封式交换网络 (Packet-Switching Network)

一个网络上有许多用户不定时的要向各目的地发送资料。为避免线路长时间被部分用户占用，现在发展了一种新的增加线路利用灵活性和效率的方法。此即将长段信息分封成许多小节 (packet)，每节上有载明收发地址的封头资料。每个信息小节在网络上依此资料逐站往目的地转送。在中途各站信息小节可暂储存或转循新路线，目的是减少网络阻塞及闲置的机会。目的地收到各信息小节后，又可以特定的方式重组为电文。电文分封的工作有的由用户的机器来做，有的由电讯局机器来做，也有的由一个中间的第三者 (如美国的 Telenet 等) 来作媒介。

6. 其他

此外值得一提的还有有线电视 (cable TV) 网络。这方面的发展非常迅速，有人估计再过十年美国百分之九十的家庭都可以有机会接上有线电视线路。这种独立的系统不仅可以传送影象，还可以传送各类数据资料 (例如新闻、气象、邮件等)。计算机与计算机之

间的通讯,许多情形可借用这种方式。

六、资料通讯的新运用

由于各式通讯网的发展和普及,许多传统的通讯方式将逐渐被淘汰,同时新的运用也应运而起。我们可以略举一些例子:

1. 影像传真

把各式照片、设计图样,作数字形式的储存、传递、分类、归档、加工处理等。不编码式的中文文件传送也包括在里面。黑白及彩色的萤光屏工艺、激光扫描印刷以及编码技术等的进步,使得细致图样能够便宜地高速传送,促成计算机在通讯方面的进一步应用。

2. 文件发送

办公室间利用通讯线及计算机传递、分类、归档,包括有密码、签字等特点的文件。这类电子邮递发展以后,将可大量取代现有的邮递及新闻报纸系统。

3. 自动化办公室作业

包括资料的归类、存档、检索、复制、分发等。除了打字键、萤光屏外,人语也可作为输入输出的媒介。分散多处的工作人员可以借通讯网络举行声影俱备的集体会商,免除长途旅行的麻烦。

4. 教研系统

学校、图书馆一类大量的档案资料、教学材料可存储于大计算机的资料库中。学习者借萤光屏一类的终端机随时检索研究。学校纯粹传授知识的功能会被大大取代。图书杂志的传统印刷存储方法也因成本日趋昂贵,会为电子资料库所取代。

5. 银行出纳

买卖东西直接由大计算机记帐转帐,每人赊欠结余资料随时可由机器记录印出来,钞票实际上作媒介的作用会逐渐减小。

七、通讯网设计的展望

1. 网络结构规格 (network architecture)

通讯系统各部门的成本,由于工艺进步逐年下降中。但是比较起来,计算部门的进步速度比输送系统的速度快过好几倍。在资料通讯系统内,运算操作的机件日趋小巧便宜,而输送线频道往往成了系统的主要花费。因此未来的资料通讯网将越来越走上分布式的设计。运算操作、存储的各类功能,都尽量分散到网络的各部门去,减少了对频道传送的要求。

现在一个迫切的问题是各式各样的资料通讯设备,如何使之互相间容易搭配得上。如果网络设计对各类功能的交界面上有一致的规格就好办了。否则整体设计往往非常呆板复杂。国际上现在已有一部分的标准工作,但到目前为止距离制定整体结构规格还有一段长路要走。基本上的观念是要将资料计算、处理、输送的各种功能划分清晰,如操作点的分划、编址,输送量的控制,线路的选择,误差校正、指令程式

及资料的存转等等,依一定的层次(layer)和规约(protocol)制定清楚。IBM公司近年推出一套叫 Systems Network Architecture (SNA)的结构规格,目前仍在继续演进中,非常复杂庞大,受到的批评也不少。不过由于IBM机器的垄断和普遍性,这套规格还是肯定地有相当的重要性。

2. 保密问题

由于越来越大量的工商资料经由通讯系统传播存储,防止情报的盗窃成了相当迫切的问题。一般流行的做法是在发讯端将信息编成密码后再输送或存储。合法的收讯人持有一定的电子解码方子(deciphering key),将密码自动回译成原来的资料。中间供应通讯网服务的系统置身事外,负责准确传送的是些不能辨认的密码。

保密方式除了收端和发端约定式以外,近来还发展了收讯人特定而发讯人任意的公用码钥(public key)系统,以及发讯人特定而收讯人任意的电子签章(electronic signature)系统。前者防止资料冒领,后者防止冒发。

各式密码设计和解码方子的分发保管,还是很重要的问题。目前还是不时听到有某些公司的机密设计或者银行的电子帐目被盗窃的事件。

3. 程序设计

由于资料通讯硬件工艺的进步,价格迅速降低,软件在系统中渐成了成本的主要部分。现代的资料处理系统将各种操作机器的琐碎工作,由各类使用者的應用程式中分离出来。设计出了各式各样的操作系统(operating systems),用来管理网络内各式输入输出、资料库、记帐、保密等工作。这些操作系统演进得日趋庞大复杂;对它们的修订、管理和维修的工作,往往比创作一个新的系统还要大得多。为了适应不同环境的需要,便于维修,各类操作系统都设法作成模块(module)结构。程序设计走向分布式,散布在网络的各操作点上。通讯网除了可以传递资料之外,还可以用来操作管理远距离的机器。

八、结论

计算机工艺的进步促成电讯传送的新发展,同时电讯网络又促成计算机设计结构的改变和应用的分散普及。未来的一二十年内,我们当可预见各式各样资料处理通讯的进步。数字式的传送和交换是各式应用发展的道路。人们的生活方式和社会的结构,都会随着发生巨大的变化。

资料处理的自动化不仅促进其他工业生产力的提高,而且资料处理工业本身也成了国家生产力的主要部分。这方面的发展不消耗大量的自然资源,所依赖的只是大量训练有素的工作人员和集中的研究资金。尤其是发展起步慢的国家更要以这方面作为努力的重点。除了发展硬件工艺之外,目前更重要的是程序设计、操作系统、数据输入等软件人员的训练。