

我们听到这样的争议：是支持“无用的”基础科学，还是将资源集中于技术的转化和应用研究。从历史的观点看，后一种观点是目光短浅的。

如果一个社会将自己局限于技术转化，显然经过一段时间，基础研究不能发现新的知识和新的现象后，也就没有什么可以转化的了。

技术的发展是生根于基础研究中的，而基础研究需要大量的资源和长远的眼光。

对于下一个世纪的挑战，政府的决定在这一过程中是重要的。

一个国家在基础科学方面的投资在国民经济总产值中所占的比例是一个国家致力于这方面努力的一个标志。

我们可以看到，如果没有对基础研究和教育方面的投资，发展经济的实用主义途径是不可能持久的。

结论：基础研究的原始动力是人类的好奇心——学习新事物和了解自然现象。

基础研究是新技术和工业发展的原动力。因此，基础研究应该得到支持。

21 世纪计算与信息技术的挑战

Wm. A. Wulf

1 简介

作为计算和通讯技术核心的信息技术在发达国家生活的各个方面已经产生了很多影响。在我们进入 21 世纪的时候，无论是在发达国家还是在发展中国家，它都将会产生更大的影响。

在史无前例并且是不断向前发展的微电子学和光子学的驱动下，我们发展信息基础设施的能力与力量成指数倍地增长了，而它的成本却是成指数倍地下降了。至少在可以预测的将来，技术进步的成指数增长的步伐很可能会继续下去。

这种技术进步产生的影响随处可见，从商业的全球化到传统商业中为消费者服务的更好的形式，到基于因特网的新的企业经营模式，到由“聊天室”和“多用户网络游戏”所体现的新的社会交往模式，到新的法律和伦理的挑战。这种社会变化的步伐似乎像技术进步本身一样迅速。

在此演讲中，我将探讨一些非技术领域的社会挑战，以及在我们进入 21 世纪时信息技术所产生的机遇。我不能提供这些挑战的答案，也不能保证我们就能利用这些机会。但是，我希望这些问题的提出，会促使人们进行严肃的思考。

2 对于预言的解释

Niels Bohr 说过“预见是困难的，特别是对将来的预见”。在计算领域，我们有大量的证据可以证明它的正确性。例如：

据说在 20 世纪 50 年代，IMB 公司曾完成过一个市场调研。此调研预言了世界范围的市场只需要 6 台计算机。

1978 年，也就是 IBM PC 机被引入市场的前两年，数字设备公司的执行总裁 Ken Olson 先生曾说过他不能够想象为什么每一个人在他们的家里都需要 1 台计算机。

20世纪80年代中期, Bill Gates先生曾说过没有人需要大于640 kB内存的计算机。

在我们思考信息技术对于将来社会的含义之前, 仔细想一想这样一个问题似乎是更谨慎的, 那就是为什么这些知识渊博的人曾做出这些事后看来非常不准确的预见。

在上面提到的这些例子中, 我相信, 这些预言家们的假设其实是说, 将来的计算机应用与当时的情况是一样的, 只是这些应用将会更加完善, 尽管他们应用的方式不确定。他们都无法深刻理解, 计算机应用在技术方面所积累的量变, 最终会导致质的变化, 正像摩尔定律所预言的那样。

早期的计算机是在二战期间制造的, 用于计算弹道表。而这样的应用可能不需要超过6台计算机的系统。但是, 成本的下降和能力的提高首先使计算机成为强大的商业机器, 以至现在成为个人助理。

在70年代, Ken Olson的机器就像冰箱那么大, 需要垫高基座和特别的空调环境, 并且需要每天两个小时的预防性维护。在我自己的家中, 这两点需要都不是我希望的。

在80年代, Bill Gates所想象出的计算机的应用还不使用图形, 还是绝对的白与黑的应用, 没有连到网络上, 所以640 kB的内存就足够了。

我相信, 不能深刻地理解这种惊人变化, 人们便无法讨论信息技术的影响。从技术的角度, 人们一定会想那是将来的事情, 与我们现在所具有的是不一样的。

为阐述这种变化的步伐, 我在我的箱子中带来了1台计算机, 它的速度是美国第一台电子计算机ENIAC的100倍。1947年面世的ENIAC使用了18 000个真空管, 可充满一个大房间, 重量达30 t。我的箱子中的计算机不是我的膝上电脑, 它实际是一个贺卡, 打开的时候, 它还可以演奏一段旋律。

从ENIAC面世以来的50年里, 技术曾经历了30番的发展, 粗略估算有百亿的增长——这就使生产出比ENIAC功能强100倍的计算机成为可能, 而且是如此的便宜, 使用一次后即可扔掉。

顺便说一说, 光缆带宽翻倍用了9个月的时间, 而在电子方面却用了18个月。所以带宽的百亿翻增长将出现在20年后, 而不是50年后。

在一份美国国家研究委员会*的题为《不可预见的事实》的报告中, 有一段话指出: 信息技术将对社会产生深远的影响, 这是毋庸置疑的。至于将来还会产生怎样的影响, 则无法预见! 即使ENIAC计算机的设计者们知晓摩尔定律, 也不可能指望他们会预知我公文包中的贺卡。

同样, 也不能指望我们能够精确地预测出信息技术在将来的应用会是什么。然而, 我们所能做的, 只能是小心翼翼地验证我们的假设, 以确保其不会被技术变革所推翻。我想事实上, 我们会发现我们社会中的一些最基本的假设已经受到了技术变革——即将发生的变革的挑战。开始的假设如果错了, 则不可能产生正确的结论。因此, 在开始讨论社会问题的时候, 审慎地验证我们的假设是至关重要的。

3 一个假设的例子及其衍生物

我们的社会结构被“位置假定”所充斥着——这种假定是指事物或行为可被确定在三维空间的某一点上。然而, 在“数字空间”里, 这个概念受到了质疑。虽然我们用诸如“网站”的空间模拟来描述网络中的实体, 但这仅仅是模拟。信息是不能用位置来确定的(即使信息的表达方式可能如此)。

试图用计算机硬件或网络线路的所在地来确定信息或网络传输也是无济于事的。每一个简单的电子邮件包的传输路线可能都是不同的。在某一分钟所访问的一个网页可能被经过缓冲或镜像处理, 以至下一分钟会从一个不同的站点进入。一个单一的电子商务交易, 可能被分成小块由处在各地的服务器处理——而一秒种后一个同样的交易可能会由截然不同的一组服务器来处理(例如为均衡负荷)。

在文章开始, 我说过我将不做技术的预测。但我将对一件事进行预测, 因为它与基于位置的假设有关。如今, 在互联网上, 我们可能不知道某个网站位于什么位置, 但至少“我的计算机”上的信息与

* 美国国家研究委员会是美国国家科学院和国家工程院的“执行机构”。

“另一台计算机”上的信息有着明显的差别。例如，我可以编辑我的计算机上的一个文件，而不是你的计算机上的文件。这样，如今网络上至少有一个基本的位置概念——“这儿”和“那儿”。

然而，随着我们在网络上实现了真正的“位置透明”，就连这种差异也将很快消失。现有的软件可使信息的位置、甚至是程序的执行变得完全透明。用户不需要，或许不能够知道数据位于什么地方，或程序在什么地方执行。其含义远远不只我在这篇文章中所谈及的。但关键的一点是，“位置”的概念在信息技术的世界里变得越来越不合时宜了。

现在，让我们看看几个不适用于位置假定的例子：

1) 虽然世界上有许多法律体系，并且这些体系基于的是截然不同的哲学基础，但都采用“权限”这个概念——这个概念是法律应用的“位置”。

目前，法学家们似乎正在依赖于由位于某一位置的计算机协助处理和储存的法律证据。但正如我前面所讲到的，即使是这种观念，也遭到了不断发展的技术的质疑。于是，社会所要把握的问题是用什么来代替“权限”这个概念，尤其是当越来越多的商务在网络上被实施，越来越多的交易是通过短暂的信息手段而不是物理手段处理时，谁的法律来规范这些交易？

2) 税收的主要来源，尤其是欧洲，是“增值税”。这种税费在某种产品或服务的每次增值时都要征收——例如，当原材料得到精加工时，当这种材料被用来制成一种产品的组件时，或是这些组件被组装成最终产品时，其权限内的价值是不断增加的，且不同阶段可能是不同的。政府是征税主体。

然而，对于信息产品而言，产品在哪一步得到增值可能是很模糊的；事实上也许根本不可能知道。以提供一项中等规模的农业天气预报服务为例。这样一种服务可能需要保有一个世界范围的传感器网络，但从这些传感器中获取的信息，可能会由于经过某种形式的缓冲存储而让人无法得知其中特定的某条信息的来源。这项服务也可能需要有一个世界范围的计算机网络。由于均衡负荷的原因，使得我们也无法预知某个特定的计算是由哪台计算机完成的。事实上，为了保证可靠性，可能是由几台计算机同时在进行重复的计算。这样，我们可能并不清楚计算结果是由哪台计算机提供的。

3) 许多政府实行特定职业的资格认证制度——例如教师、律师、医生、会计和工程师。这些认证保证了个人得到了某种水平的培训，拥有一定水平的经验，从而在政府的权限内被允许从事该种职业。而相应的概念在‘数字空间’中将会是怎样的，则又一次变成了社会问题。

例如，远程医疗的潜力是极大的。在治疗疑难病症时，大家都希望能够让世界上的最好的专家介入。但要是这些专家没有在患者所在地获得认证呢？在某些情况下，有当地的医生参与，专家仅仅是作为顾问；但如果患者是在医生去不了的地方，或只有身处异地的外科医生才具有实施所需的外科手术的技能时，将会怎样呢？

这些仅仅是位置假定所引发的几个问题。我希望它们说明了位置假定在我们政府系统内是多么的根深蒂固。当然，不是所有的位置假定都一定与政府相关联，而且也不是所有的位置假定都是挑战，有些是机遇。

互联网上有一个电子商务网站名叫 eBay.com。eBay 提供的服务简单说就是主持对等网络（人到人）的电子拍卖。要卖东西的人付给 eBay 少量的管理费，提供所卖物品的信息（可能还包括一张照片）。然后，拍卖就开始了（仅在一特定的时段内）。伴随着物品的信息，给出了当前最高标价。潜在买主在拍卖结束时间之前均可以投标。结束时间一到，eBay 便沟通卖主和中标者，买卖双方完成交易。

但是，这种机械的描述并不能反映出 eBay 所营造的这一社会变革。许多拍卖的物品只有很少的人感兴趣——也许全世界就那么十几个人。这些物品当中很多并不是什么珍稀、贵重之物。在物质世界里，这些人不可能凑到一起为这些东西现开设一个市场。由于 eBay 没有空间位置（或者说无处不在），因此允许这样一个市场存在而使卖者和买者受益。而且这一市场总是开放的。

全球化一词总是用来形容那些大的跨国公司。然而，eBay 是一个相反的例子。这就是能使小规模，

甚至个人对个人的交易得以精确进行的全球服务。信息技术的蓬勃发展动摇了市场一定设在某一个空间位置的假定。

4 其他例子

受到信息技术挑战的远不止上面说明的位置假定论。让我再简要地列出几例。

1) 美国的税收政策, 条例和反垄断法所依据的经济理论是建筑在物质世界的假定之上的。这些假定在数字空间是不成立的——稀有的假定意味着更高的价值。我在自己的手提计算机上装了 Microsoft Word, 并不是因为它便宜, 也不是因为它是最好的文字处理工具, 而是因为我可以附带一个 Word 文件到电子邮件上, 而且我可以基本肯定收件人将能够编辑和回复。即: Word 是有价值的, 不是因为它稀有, 而是因为它无处不在。

2) 涉及到国家之间冲突的国际协议, 如, 联合国成员国所签署的协议, 只认定物质世界的冲突。他们不涵盖信息战或信息恐怖活动, 尽管数字空间的攻击可能比物理世界的打击来得更快、也更具破坏性(如, 对于一个国家的金融或能源系统)。据我了解, 关于这一问题的谈判正在进行中, 但进展速度与威胁的规模相比显得微不足道。

3) 大多数国家提供强大的基础设施来支持商务活动——从港口、道路到度量衡的标准化, 到保护商务活动各方的法律、法规。然而, 很少有国家开始考虑建设基础设施来支持电子商务——甄别服务, 密码锁生成以及 escrow 等。

4) 很多因素导致了一些新的伦理问题的出现, 如, 相互连接的数字系统的复杂性。这些系统具有设计者无法预知的“新兴特性”。如果工程师知道正在设计的系统将具有这样的特性, 而且其中的一些特性是负面的, 但又不可能预计他们到底是什么, 这从伦理学上对工程师意味着什么?

5 结论

几年前, 我的朋友 Alan Kay 曾经说过: “创造未来比预测未来要容易”。当时他说此番话时, 我认为他是对的——技术发明将决定未来。现在, 我不再这样认为了。因为技术可以造就许多种未来。我们真正得到的未来取决于技术与其他因素的相互作用。这些因素包括法律、规章、文化、特别是人。

我们有充分的理由相信, 信息技术的蓬勃发展将延续至下一个世纪。毫无疑问, 我们所经历的只是技术革命引发的社会变革的开端。几千年关于物质世界的经验使我们所有的假定融入在此经验基础上建立的社会结构, 至少其中的部分假定在未来的数字世界中将不再有效。

我并不是说物质世界的所有事务, 甚至像法律和规范等在数字世界中都将失效。我想说的是, 我们必须慎重, 不要制造一些不明智的假定, 否则将使我们误入歧途。

我们将研究这些假定, 并决定如何在数字竞技场上保留它。能做到这样, 当然是最好。但是, 也许我们会发现, 这些假定无法保留:

因为许多假定在现实社会基础结构中已是根深蒂固, 不容易也不可能很快被替代。它们与一个社会的哲学积淀交织在一起, 需要在一个更长的时期内进行深入的思考。

由于在数字空间中没有位置的概念, 我在这里提出的问题本质上是具有国际性的。不可能由美国、中国或是任何其他国家自己来解决。

既熟悉信息技术又熟悉法律, 或是既熟悉信息技术又熟悉文化的学者并不多。因此, 我们能够用于思考这些重要问题的智力资源也很有限。

正因如此, 我觉得有必要在此次工程科技大会上将这些问题提出来。已经到了该认真考虑这些问题的时候了。