

1  
HZ BOOKS  
华章经管

天才莱纳斯

# Linux传奇

## Rebel Code

(美) 格林·穆迪 著 朱正茂 等译



机械工业出版社  
China Machine Press

F471.266

13

# 天才莱纳斯 linux传奇

## Rebel Code

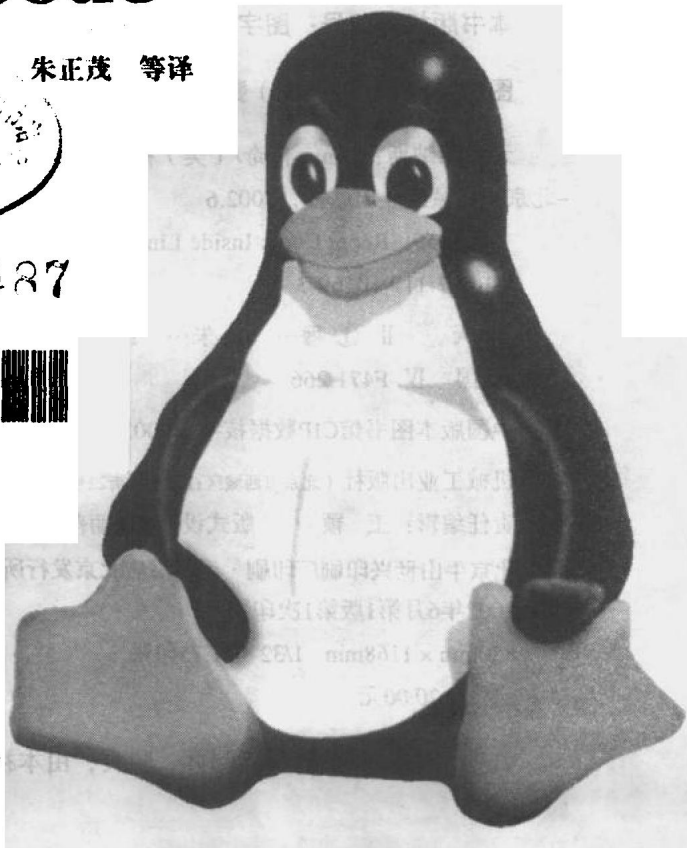
(美) 格林·穆迪 著 朱正茂 等译



00174487



石化 S174487G



 机械工业出版社  
China Machine Press

Glyn Moody: Rebel Code: Inside Linux and the Open Source Revolution.

Copyright © 2001 by Glyn Moody.

Chinese (Simplified Characters only) Trade Paperback copyright © 2001 China Machine Press Published by arrangement with Perseus Publishing, A Subsidiary of Perseus Books LLC Through Arts & Licensing International, Inc. USA.

ALL RIGHT RESERVED.

本书中文简体字版由Perseus Publishing授权机械工业出版社在全球独家出版发行, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

本书版权登记号: 图字: 01-2001-0669

图书在版编目(CIP)数据

天才莱纳斯: Linux传奇/(美)穆迪(Moody, G.)著; 朱正茂等译.  
-北京: 机械工业出版社, 2002.6

书名原文: Rebel Code: Inside Linux and the Open Source Revolution  
ISBN 7-111-10169-3

I. 天… II. ①穆… ②朱… III. 电子计算机工业-工业企业管理-经验-美国 IV. F471.266

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第020433号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王颖 版式设计: 江丽萍

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年6月第1版第1次印刷

850mm×1168mm 1/32·11.75印张

定价: 20.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

## 译者序

20世纪末软件业发生的最重大事件不是微软帝国的登峰造极，而是自由软件的兴起。自由软件崇尚的“资源免费、服务获利”的理念正引导软件商业模式发生一次革命性升级，而其“源代码开放，软件自由拷贝”的主张更是软件业创新和活力的一次大释放。

长期以来，软件产业存在着两个价值观截然不同的世界：一个是专有软件，一个是自由（私有）软件。前者由厂商严格控制源代码，依据的是现有版权（Copyright）游戏规则，是目前产业的正统，也就是“盗版”的定义者。它使厂商可以命令用户、控制用户甚至控告用户。另一个世界就是源代码开放，软件自由拷贝。它也有版权，但依据的是Copyleft（或其精神），这种版权不是剥夺用户的自由而是保证用户的自由，保证用户可以自由使用、修改和发布软件，因此根本没有“盗版”一说。

就在几年前，你去问一个程序员自由软件的前景，他肯定会告诉你，自由软件有意思，但难成气候。而今，无数的程序员都将Linux（英文读音为“LINN - ooks”）作为自己首要的追求，否则不足以证明自己的境界。就在一年前，你去问一个大公司的信息主管有关自由软件的可行性，他肯定会告诉你，这东西他不会，也不敢用，因为缺乏相应的支持，缺乏应有的商业化质量。但今天，局势大变。《财富》500强企业的信息主管已经纷纷在着手Linux的评估和部署。而且，在不到一年的时间内，Linux就得到了IBM、HP、Compaq、Sun、SGI、Dell、Oracle、Informix、SAP、Sybase、CA、Intel、SCO等除微软之外几乎所有的计算机大公司的支持。虽然已被一群信徒崇拜多年，Linux这个稳定、开放、可靠、便宜的操作系统，在1999年才堂而皇之的跻身业界主流，成为微软帝国合法的竞争对手，而且，成为地球上最炙手可热的软件。

电影《泰坦尼克号》的导演卡梅隆在奥斯卡奖的颁奖大会上接过最佳

导演奖时相当狂妄地对着全场观众重复了男主角的一句台词：“我是世界之王。”不过这也不奇怪，耗资两亿多美元，一举夺得11项奥斯卡大奖，赢得全球最高票房，它的导演是有资格狂妄一番的。然而真正有资格睥睨世界的主角应该是银幕后面最先进的计算机技术！毫不夸张地说，这部影片如果离开了电脑，不要说获奥斯卡奖，就是真正要开机拍摄都是不可能的。但是在笔者看来，在这一切的后面，还有一个默默无闻的大主角，这就是上百台图形工作站所使用的一套操作系统。它的名字虽然没有Unix或者NT那么响亮，但它却有可能成为世界软件史上的一个奇迹。它就是Linux。

本书汇集了自由软件运动的所有重量级人物：包括自由软件之父Richard Stallman，Linux之父Linus Torvalds，自由软件头号理论家Eric S.Raymond，Linux的最大分销商红帽子公司的CEO Robert Young，自由软件书籍最大出版商的创始人Tim O'Reilly，Web服务器市场占有率最高的Apache社团的共同创始人及核心成员Brian Behlendorf等。这一次，这些大腕们聚在一起，不是侃他们最擅长的技术，而是以散文的笔调，从各个角度娓娓叙述了自由软件方方面面的故事，是对普通用户的一次历史再现。

参加本书翻译的人员有梁文权、康乐、孙智辰、朱正茂、肖鹏、冯淑萍、周乐平。对本书提供技术方面帮助的有王罡、陈永权、高峰、李吉广。另外，梁文英、李志军、全填海阅读全文，并提供修改意见，在此表示感谢。

2002年2月24日

# 引 言

窗外，西雅图昏暗的天空笼罩着一座座低矮的白色建筑，它们散布在一片开阔并仍在不断扩张的基地里。整齐的草坪、精心护理的花圃，以及洁净的装饰性水塘共同营造出一种与世隔绝的、沉思与静谧的气氛。

屋内，一种相似的平静弥漫在年轻的男女员工辛勤工作的隔间里。除了那打破这种安静的一阵阵敲击键盘的声音，你几乎听不到人们相互之间的语言交流，好像有一道严厉的法令在约束着大家。然而，在这样良好的环境和令人鼓舞的信念之下，隔间中的人们却感到了一种不安，一种近乎为恐惧的感觉正逐渐漫上来。他们清楚，一个可怕的幽灵正在微软的隐居地游荡。

这个幽灵的名字就是：开放源码。微软公司两位专业级的“幽灵监视员”用两份冗长的备忘录细致地描述了它的特征。这些标明为“微软绝密”的备忘录，竟然还流传到了公司外面，并且恰恰在1998年的万圣节期间被公布在互联网上。微软被迫承认这些备忘录的的确确源自公司内部，然而又声称这只是部分员工的个人观点。

当比尔·盖茨看到描述这个疯狂怪物的备忘录时，他一定会因为认出了它而吓得发抖，就好像一个来自过去的鬼魂轻轻地在背后拍他的肩膀。从20多年前开始，盖茨就一直试图驱走自由软件这个恶魔。

早在1976年，盖茨发表了他所谓的“致计算机爱好者的公开信”。后来的事实表明，这是一个极大的讽刺，这封信的对象是世界上第一批个人电脑MITS Altair的用户。当时，盖茨和微软公司的另一位创始人保罗·艾伦共同开发了可以在这种电脑上运行的Basic（初学者通用符号指令代码）语言的一个版本。对于电脑上极其有限的内存容量而言，这在当时可谓是一个意义相当重大的创举。盖茨写这封公开信的目的是为了谴责那些被他视为软件盗版的行为——非法拷贝他和艾伦写的程序。而当时的大多数用

户只是把这样的事情看做搞计算机的人共享有用工具的一个传统而已。

在他抨击传播软件做法的长篇激烈演说中，盖茨愤怒地吼道：“大多数的计算机爱好者心里一定清楚，你们当中的许多人都盗窃别人的软件。硬件是一定要付钱的，而软件却成了要共享的东西。有谁会在乎编写软件的人是不是得到了应有的报酬呢？”他接着声称，这种盗版行为的后果只会阻碍大家“去编写好的软件”。最后，盖茨反问道：“有谁肯去做一无所获的技术工作？又有哪一位计算机爱好者愿意投入三年的工作量用于编程、纠错、撰写产品文档，最后却免费发布其产品？”

盖茨当年在写这些话的时候，大概还认为这些论点都是无可辩驳的。可现在他自己的工程师所写的万圣节备忘录，却详尽地陈述了这样一个毋庸置疑的事实：如今计算机爱好者的数量已不是一个两个，而是成千上万。这样的—个群体已经投入了数千人年用于编程、纠错、撰写产品文档，最后免费发布其软件，而且还带着源码！而源码，那些神圣的文字，正是微软以及其他一些软件公司在过去20年里力图不让世俗的眼睛见到的东西。

依照比尔·盖茨致计算机爱好者的公开信，开放源码运动的兴起比他最恐怖的噩梦还要可怕一千倍。现在，已经不是一两个爱好者“盗窃”软件的问题了，而是出现了一个逐渐壮大的团体，它编写自己的，而且是非常优秀的代码，然后免费发布。由于其行为明显并未“阻碍编写好的软件”，这暗中也对微软帝国赖以生存的根本原则提出了质疑：如果通过这样的方式也可以编写出优秀的软件并且免费发行，那么谁还需要微软这样的公司呢？

万圣节文档的出现，以及它所引发的根本问题，对于微软公司来说来得太不是时候了。1998年的美国司法部反垄断诉讼，也许是第一次对微软不可战胜的神话提出了挑战。这起诉讼案本身就意味着人们已经开始思考一个不被雷德蒙德巨人<sup>⊖</sup>独霸的计算机世界存在的可能性，即使只是理论上的。

当微软接连推迟发布其本应毫不犹豫地推出的主打产品时，该说法似

---

⊖ 雷德蒙德为微软所在地，故称微软为雷德蒙德巨人。——译者注

乎显得更加令人信服。这个产品先前曾被称为Windows NT 5，到后来万圣节文档泄密发生时又改名为Windows 2000。如果Windows NT 5在1998年面世，各个公司就可能会因为忙于采用它而无暇顾及其他选择方案；而由于反垄断诉讼案的出现，引起的这段真空就给考虑其他系统方案提供了机会。

不仅如此，当微软公司发现自己不仅在反垄断诉讼期间面临公共关系的恶化，还在发布Windows 2000时遇到了严重的技术问题时，有大约六位高位管理人员辞职，这是前所未有的灾难，因为微软正需要这些人来解决出现的问题。甚至连比尔·盖茨自己好像也被司法部的诉讼搞晕了。在他上庭作证的录像中，竟然出现了不记得自己的电子邮件以及重要商业决策的事情，这最终摧毁了他在人们心中永远正确的高大的技术神父的形象。

这时，当微软处于最软弱的状态，其领导人的声望也最差的情况下，在计算机舞台上出现的已经不是什么替代选择，而是一场竞争。

在互联网上广为传播的万圣节文档把免费操作系统内核Linux（读做“Lih-nooks”）看做是体现开放源码思想的最成功的一个代表。备忘录的作者之一，维诺德·瓦卢彼里是这样评价的：“Linux已经在一些涉及重要任务的商业环境中得到了应用，并且获得了大众的极度推崇。”Linux构成了自由软件工程的核心，这对微软的主打产品生产线，尤其是陷入困境的Windows 2000形成了直接的威胁。

Linux是由一位年仅21岁的芬兰学生莱纳斯·托维兹首先编写出来的，并且和源码一起免费发布，这些底层的程序指令构成了一种软件的设计蓝图。莱纳斯在其团体中人人皆知，他本人不仅是开放源码运动的天才领导，也成为这一运动的一个宝贵象征。虽然软件设计方法学的复杂性与重要性可能会让大众媒体敬而远之，但这位谦逊而又非常上镜的年轻人却马上就被大家接纳了。就像开放源码是微软的反面一样，莱纳斯所体现的东西似乎和比尔·盖茨完全相反，他和领导开放源码运动的其他人的传统形象也不一样。

这些自称为黑客的人（不要与那些恶意侵入他人计算机系统的破解者



混淆)往往被形容成一些适应不良的青年,由于缺乏社会交往技能、感到被社会排斥而转向计算机。可是让我们看看莱纳斯吧,这个黑客中的王子,不仅经常去洗浴,保持着短短的发型,穿着干净整洁,而且有一份高尚的工作,已结婚,当上了父亲。

没有谁比他更适合做新一代黑客的代言人了,在当今的计算机世界里,是他们把开放源码转变成了一股强大的力量。他们是六七十年代兴起的早期黑客文化的继承人,那时计算机还是个新生事物,而当时那些团体就相信软件应该共享,因而任何人都可以从中共获益。这样的思想正是比尔·盖茨在其“致计算机爱好者的公开信”中所严厉斥责的。微软以及当时其他几家大公司,尤其是AT&T,应该对早期黑客精神近乎绝迹,并且被把软件共享重新定义为盗版行为的观点所取代的事实负主要责任。

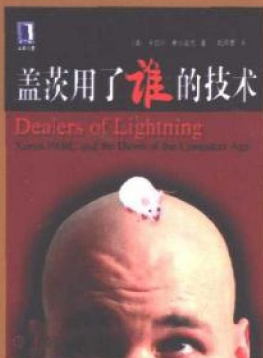
多亏价格相对低廉但功能强大的个人电脑的出现以及网络的全球互联,这些新一代的黑客才能比其先辈人数更为众多,成果更为丰富,组织更为团结。维系他们的是一个共同的目标——编写优秀的软件,以及一条共同的准则——这样的软件应该向所有人免费提供。黑客们反对那种认为底层源码应该保留的思想。对于他们来说,这些特殊的文字是构成人类共有文化遗产的一种新文学,它应该被出版、阅读、研究,乃至增添,而不应该被锁在人们无法进入的修道院似的图书馆里,只能让几个经过授权的专家毕恭毕敬地对待。所以,开放源码运动不仅对微软,而且对整个软件产业提出了挑战。或许还不只如此。随着互联网越来越融入现代世界的核心,它不可避免地带着驱动它的免费程序,传播着促成这些软件产生的价值观念。开放源码运动的基本准则——开放、共享和合作,已经从一两个高技术产业开始向其他领域扩展。现在,许多人都相信,在当前的“后微软”时代,互联网和开放源码的有效结合带来的远不只是一个可能壮大起来的幽灵。



有关开放源码 Linux 的传奇有许多动人的篇章，其中一部分是关于莱纳斯·托维兹的故事。莱纳斯是一位大师级的黑客，他是 Linux 先期工作的首席建筑师。另外一部分是全世界范围内甘愿奉献的成千上万程序员的故事，他们自愿协力合作、前仆后继，最终使 Linux 成为专有软件的杀手。

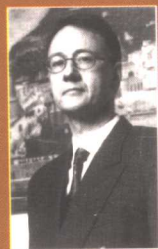
《天才莱纳斯：Linux 传奇》描绘了这场事先并无什么计划的革命不寻常的根源。它再现了 Linux 令人难以置信的发展过程，这是一个曲折的过程，它就像经历了一次生物的生长过程，最终在开放源码这个拼图游戏的中心地带扎下了根。

新书  
推荐



书号：7-111-09899-4

定价：25.00元



格林·穆迪 (Glyn Moody) 是一位居住在伦敦的作家，他从Linux诞生之初，就开始追踪、使用、记述它。他曾经在《连线》、《计算机周刊》以及《新科学家》等杂志上发表有关Linux的主要特征的文章，还曾经为《经济学家》、《金融时报》撰写过文章。

# 目 录

译者序

引言

第1章 最寒冷的一年 .....	1
第2章 全新的GNU .....	11
第3章 一次小规模起义 .....	31
第4章 X因素 .....	57
第5章 修修补补 .....	75
第6章 引导然后从根目录盘安装 .....	93
第7章 莱纳斯2.0 .....	115
第8章 求学伯克利 .....	131
第9章 代码的艺术 .....	155
第10章 硅谷内幕 .....	181
第11章 给蜥蜴以自由 .....	205
第12章 立足点 .....	231
第13章 联合与IPO .....	247
第14章 为商业而开放 .....	265
第15章 Trolls对Gnomes .....	281
第16章 谎言, 该诅咒的谎言与测试基准 .....	301
第17章 未来的温室 .....	323
第18章 超越市场 .....	341
附录 开放源码发展史上的重要事件 .....	363

# 第 1 章

## 最寒冷的一年

如果说1998和1999年在微软的历史上是最糟糕的两年，相比之下，1991年对于比尔·盖茨来说一定是感觉最好的。1990年5月推出的Windows 3.0操作系统取得了持续的胜利：单在第一年就有400万份拷贝售出，这在当时是个相当可观的数目。1991年5月，微软又推出了Visual Basic，它采用了新颖的可视化设计的编程思想，这与以往基于文本文件的编程方式截然不同。

更可喜的是，此时Windows 3.1也快要面世了。虽然这只是对上一个版本的一个小数点的升级，但它却几乎在每一个方面都对Windows 3.0做出了重大改进。微软声称这些改进包括了1 000多项增强功能，其一流的用户界面几乎吸引了每一个看到它的人。

1992年6月，Windows 3.1进入市场，从而彻底奠定了微软在桌面系统领域的统治地位。同时，它还在软件行业形成了一个断层，因为众多的公司还来不及把原来基于DOS操作系统的软件转成能在Windows下运行的软件。趁此机会，微软得以在表格和字处理系统领域先声夺人，迅速推出了诸如Excel和Word之类的软件。

1991年即将完工的操作系统还不只Windows 3.1一个，微软的“视窗新技术”；即人们所熟知的Windows NT，也早在1988年就开始设计。开发Windows NT的目的是为了创建一个企业级的操作系统，使它在企业的事务部门得到普遍应用，就像MS-DOS和Windows曾经在公司的决策部门所做到的那样。戴夫·卡特勒领导了Windows NT的开发项目，他曾经为当时的计算机巨人Digital公司（前身即DEC）设计过VMS操作系统。作为强大的Unix操作系统的竞争对手，VMS是正式的公司产品。在这一点上它和Unix不同，因为Unix一向被认为是黑客们使用的软件。同VMS一样，Windows NT也是作为Unix杀手而诞生的，因为恰在此时，逐渐领导企业操作系统潮流的不是VMS，而是Unix。

NT的前景看起来还很光明。截止到20世纪80年代末，Unix系统一直处于极度的分散状态，每个系统供应商提供的版本都或多或少存在着差别，这意味着应用软件必须多次重写才能满足不同版本的要求，而且用户只能

被锁定在某一个供应商的软件上。同时，由于Unix没能很好地迎合图形界面的潮流，和苹果公司的Macintosh<sup>⊖</sup>以及微软的Windows系统相比，它在这方面的表现就难免差强人意了。而Windows NT的设计目标就是要把类似于VMS这样的操作系统所具有的强大能力同Windows 3.1所体现的美观和易用性结合起来。

不过，在微软公司直接利益所涉及的范围之外，也发生了好几件值得注意的事。1991年，蒂姆·伯纳斯-李，欧洲粒子物理研究所（CERN）的一位英国物理学家，把他开发了两年的一个超文本系统公开发布了。他本人把这个系统称为万维网（World Wide Web），可以在互联网上运行，当然那时的互联网规模还很小，而且大部分用户都是学术界的。

还是在1991年，太阳微系统公司的一个研究小组正在设计一种被称为Java的新编程语言。设计Java的最初动机是把它作为交互式有线电视顶盒开发方案的一部分，但它后来却被广泛地应用于互联网中。Java的一个重要特点是它的可移植性：同一个程序可以不加修改地在各种硬件平台上运行，在当时这是一个创举。

尽管当时这些技术的出现对微软所形成的威胁比起它们后来的影响要小得多，微软公司还是有可能早在1991年就开始对它们进行监视了。互联网已经广为人知，万维网已经进入大众领域，作为竞争对手的太阳微系统公司，其一举一动必然也逃不过微软的注意。不过可以肯定的是，在这一年，微软无论如何也不可能怀疑到远在芬兰首都赫尔辛基一个计算机专业二年级学生的卧室里，也有一项关键技术正在逐渐成型，它对微软构成的挑战绝不亚于前面提到的技术。

和世界上其他一些靠近极北地区的首都一样，赫尔辛基的季节差异极其显著：冬天黑暗寒冷，只有几个小时的日照时间；夏天则白天长得没边儿似的。在地理位置上，赫尔辛基靠近俄罗斯的圣彼得堡，所以它们的有些地方看起来非常相像。另外它还和瑞典有着非常紧密的联系，因为芬兰曾经作为瑞典的一个省长达几个世纪。1809年，俄国吞并芬兰，并把它纳

⊖ 苹果公司生产的一种型号的计算机。——译者注

入自己的疆土，赫尔辛基才从瑞典脱离开。直到1917年，芬兰才获得完全独立。

城东的两座大教堂是赫尔辛基市非常显著的标志。路德教会的教堂有着优雅的新古典风格的外表，其内部却像一个巨大的石头壳，几乎没有任何装饰。Uspensky大教堂是一座典型的俄罗斯东正教堂，外部的洋葱头式塔楼和内部的肖像装饰是它的两大特色。赫尔辛基是一个结构紧凑的城市，不算很高的建筑和宽阔的街道分布在两个相邻的网状区域里。城市的绿化很好，三面临海，不用走多远就能领略到大海的风景和气息。

1969年12月28日，莱纳斯·本尼迪克特·托维兹就降生在这样一个秩序井然而又个性张扬的地方。莱纳斯这样解释他出生这一天的文化含义：“和其他许多天一样，这一天之所以特殊，是因为它在传统上具有某种意义。12月28日表示‘menlösa barns dag’，大概的意思是‘无暇孩童之日’，‘menlösa’是一个非常古老的瑞典语单词，比起‘无暇’来更富有诗意。”

“莱纳斯”这个名字也很不寻常。按照莱纳斯本人的说法：“这个名字虽然不是从未听说过，但在芬兰绝不普遍。”它的历史可以追溯到西方文化的起源。早在《荷马史诗伊利亚特》的一首哀歌当中，就出现了它最初的希腊语形式“linos”。还有一个叫做莱纳斯的圣徒，传统上被作为第二代教皇而列在圣徒彼得之后。另一个著名的莱纳斯是美国的发明家莱纳斯·耶尔，不过大家更熟悉的是他的姓。

尽管有上面这些说法，莱纳斯起这个名字的部分原因却源自美国科学家莱纳斯·波林，他曾经两次获得诺贝尔奖，一次是化学奖，一次是和平奖。“我想我起这个名字的另一个原因来自花生卡通片中一个叫做莱纳斯的角色。”莱纳斯补充说。他同时强调这些原因使得他“兼具诺贝尔奖化学家和跨着篮子的卡通角色的双重风格”。

托维兹作为一个姓氏也很罕见。按照莱纳斯的说法：“世界上用这个姓的人大概只有25个人左右。”他解释说：“托维德是一个相当古老的北欧人名，你可以在瑞典和挪威发现它的存在。所有格后缀‘s’则非常少见，这是一种把普通人名转变成农场名，继而再演变成姓氏的旧式做法。”莱



纳斯说，他的祖父“由于个人原因而采用了这个姓氏，因为他不喜欢自己的家庭”，所以“就我所知，全世界所有姓托维兹的人全都是我祖父的后代”。换句话说，计算机界最著名的一个名字竟然是“在不到两代以前创造出来的”。

托维兹家族令人瞩目之处还不仅仅在于它的规模非同寻常地小，还在于家族中记者的数量惊人地多！莱纳斯为他们列了一个表：“我的父亲，尼尔斯·托维兹是芬兰广播电台的记者。他的弟弟，即我的叔叔简·托维兹，在芬兰电视台工作。我的祖父，也就是托维兹家族的创始人，已经去世了，他曾经当过报社记者、作家和诗人。我的母亲，玛姬（安娜）·托维兹，在芬兰新闻署工作，她曾经做过翻译，现在主要负责新闻图片工作。我的姐姐，萨拉·托维兹，也曾为芬兰新闻署做过翻译，但现在正逐渐转向书籍和电影业。”

芬兰500万人口中大约有300 000多人讲瑞典语，托维兹家族正是其中的一部分。他们的母语和周围人说的芬兰语在语言学上没有任何共性，这无疑促使他们之间的联系非常紧密。考虑到这一点，讲瑞典语的这些人把自己这种社会中的小社会现象称为“Ankdammen”，意为鸭塘。拉斯·沃泽尼斯是莱纳斯的一位也居住在赫尔辛基的朋友，并且后来也成为一名黑客，他这样说：“几乎每一个讲瑞典语的人都认识许多其他讲瑞典语的人，这些人又认识另外一些讲瑞典语的人，其结果就是要么两个人之间直接认识，要么通过其他一些人间接认识”。

莱纳斯就是在这样一个“鸭塘”中成长起来的，他在家以及同家族的朋友都说瑞典语，直到五岁才开始学习芬兰语。又过了五年，他才开始接触英语，这对于他日后的工作至关重要。

大概就是在莱纳斯开始学习英语的这段时间，他第一次对计算机有所了解。莱纳斯解释说，他的外公是赫尔辛基大学的一位统计学家，他当时买了一台Commodore Vic-20的计算机。“这属于首先推向市场的一批，至少在芬兰如此，”他补充说，“它还不算是你今天所见到的数字计算器之类的东西，但肯定比任何一个计算器都快。”中央处理器的速度是1兆赫