



財團法人國家實驗研究院

國家高速網路與計算中心

NATIONAL CENTER FOR HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Opensource, Free Software, Cluster OS and Tools

蕭志槐

Steven Shiau

steven_at_nchc org tw

National Center for High-Performance Computing

Free Software Labs

Q2, 2006



Outline

- Opensource, Unix, and Linux 簡介
- Cluster OS distribution
 - Rocks
 - OSCAR
 - DRBL - Centralized boot
- 相關網址



Polling

- 自由軟體 / 開放原始碼軟體 / 免費軟體的差別？
- 使用過 Linux / BSD 系統？
- 使用 Linux / BSD 當 Server ？
- 使用 Linux 教學、研究或辦公？

觀念與理念的接受最重要
擁抱自由永遠不嫌晚



Revolution

The screenshot displays a Linux desktop with several open applications:

- VLC media player:** The main window shows a presentation slide titled "Multimedia player" with the following content:
 - vlc (video lan client)
 - <http://www.videolan.org>
 - Cross platform - Linux, M\$ Windows, Mac OS
 - Play VCD/DVD/streaming video/audio
 - xmms (X Multimedia System)
 - <http://www.xmms.org/>
 - Similar to winamp in M\$ windows
 - Play mp3, wav and streaming music
 - Online music: <http://www.shoutcast.com>
- X Multimedia System (xmms):** A window titled "X MULTIMEDIA SYSTEM" shows the current track "BRYAN ADAMS - HERE I AM (4:32)" with a playlist editor on the right listing several songs.
- gaim:** A window titled "gaim" shows a login screen with fields for "帳號(A):" and "密碼(P):", and buttons for "帳號清單(C)", "偏好設定(B)", and "登入(S)".
- OpenOffice.org:** A window titled "OpenOffice.org" shows a presentation slide titled "Multimedia player" with the same content as the VLC window.

The desktop environment includes a taskbar at the bottom with icons for applications, system status, and a clock showing "6月20日(二) 22:40".

Revolution

- Freedom to use, copy, modify and distribute 自由地使用，複製，修改與散播
- Legal 合法
- Software almost free of charge 軟體幾乎免費
- Charge service 服務才收費



OLPC – One Laptop per Child

- International project by MIT, USA
- Runs Linux (default Fedora)
- Available next year
- Guess how much \$\$\$?



Free Software and Open Source

- “Free Software” term author – Richard Stallman
- “Open Source” term author – Eric Raymond
- "Open Source Definition" (OSD) – Bruce Perens
- Richard Stallman 等 Free Software 的擁護者並不同意由 Open Source 這個名詞來取代 Free Software
- Freedom to Use, Copy, Modify and Distribute (UCMD)



Copyleft vs. Copyright

- Copyleft - Reciprocity
 - A general method for making a program free software and requiring all modified and extended versions of the program to be free software as well.
 - To copyleft a program, the software is first copyrighted, and the software is distributed under a license, a legal instrument that gives everyone the rights to use, modify, and redistribute the program's code or any program derived from it but only if the distribution terms are unchanged. Thus the code and freedoms become legally inseparable.



Summary of OSD

- Free redistribution
- Source code
- Derived works
- Integrity of the author's source code
- No discrimination against person or groups
- No discrimination against fields of endeavor
- Distribution of license
- License must not be specific to a product
- License must not contaminate other software



Some Open Source Licenses

- Copyleft or not ?
 - Apache Software License - No
 - BSD License – No
 - GNU General Public License (GPL) - **Yes**
 - GNU Lesser General Public License (LGPL) – **Yes**
 - IBM Public License – **Yes**
 - Mozilla Public License (MPL) – **Yes**
 - MIT License – No
 - Python License – No
 - Qt Public License (QPL) – **Yes**
 - Sun Industry Standards Source License (SISSL) - No



Unix History

- Multix – MIT, GE
- Bell Labs, AT&T, early 1970's
 - Unix, C Programming Language
 - Ken Thompson 、 Dennis Ritchie
 - 主要概念
 - 所有程式都是檔案 - (最具創意的概念) 。
 - 不論是建構編輯器還是附屬檔案，所寫的程式只有一個目的，且要能有效完成目標。
 - 任何人可以由小到大，模組化建構系統。
- BSD – Berkeley Software Distribution
 - Billy Joy(vi), Kirk McKusik



Unix Wars

- UNIX variants
 - AT&T, Bell Labs
 - UC, Berkeley – Berkeley Software Distribution
 - SCO Unix
 - Sun – SunOS, Solaris
 - IBM – AIX
 - SGI – Irix
 - HP – HP-UX
- SYSV, BSD, POSIX



Opensource UNIX-like OS

- Minix
- Linux
- BSD series, OpenBSD, FreeBSD, NetBSD
- Darwin, BSD4.4 + Mach Microkernel, Apple
- More...





GNU – Gnu is Not Unix!



- 1983/9/27
- 教主 :Richard Stallman
<http://www.stallman.org/>
- Free software manifesto
<http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html>
- Free means freedom!
- Free Software Foundation – FSF
- 軟體應該是人類的共同智能，屬於公共財！



GNU – Richard Stallman

- 試想，如果有人跟你說：只要你保證不拷貝給其他人使用的話，我就把這些寶貝拷貝給你用。其實這樣的人才是魔鬼；而誘人當魔鬼的，則是賣高價軟體的人 - Stallman
- Stallman: 「我要做出一系列亂棒的自由軟體，好到讓廠家們只要不用他就會倒店的程度。」



Free ?

- 是自由，不是免費，但是因為可以 U. C. M. D. 所以費用趨近於零，免費只是邊際效應
- Free beer ? No...
- Free speech - By Richard Stallman.
- No free lunch ?
- “Free software is free as limestone, wood and silicon. Those are all elemental substances, freely produced by nature.... Free software is produced by human nature” - By Doc Searls.
- 自由軟體是建在互惠的基礎上
- 自由軟體還是可以收費，不過不能阻止買者再自由傳播散佈自由軟體





Legal Issues

- GPL – General Public License
- LGPL – Lesser General Public License
- 非官方中文翻譯
 - <http://www.gnu.org/licenses/translations.zh.html>



Opensource

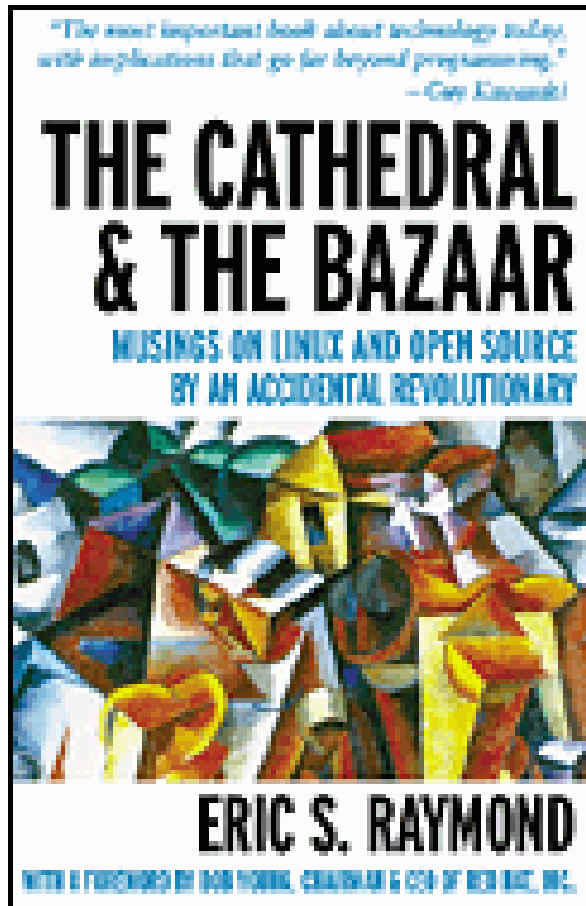
傳教士：Eric S. Raymond



- <http://www.tuxedo.org/~esr/>
- Opensource 一詞的發明人
- The Cathedral & The Bazaar
- The Art of UNIX Programming
- A Brief History of Hackerdom



The Cathedral & The Bazaar



- Case study
 - Linus Torvalds' Linux
 - Esr's fetchmail
 - Netscape, Mozilla
 - Many many more!
- 把你的使用者視為協同發展人，可以讓你傷最少的腦筋，但做到原始碼的快速改善，程式的除錯有績效。
- 中文翻譯版：

<http://www.linux.org.tw/CLDP/doc/Cathedral-Bazaar.html>



The Cathedral & The Bazaar

- [格言 1] 好軟體都是起源於程式發展者要解決切身之痛。
- [格言 2] 優秀的程式師知道要寫程式，偉大的程式師知道要改寫（和重覆利用）程式。
- [格言 5] 當你對一個問題不再感興趣時，你最後的責任就是找位能勝任的接棒人。
- [格言 7] 儘早，經常發表新版本，並且傾聽使用者的意見。
- [格言 8] 足夠多的人來看程式，所有的錯誤都變得淺顯 - Linus 定律



Linux History



Linus Torvalds

- Linus Torvalds, Finland
- Just for fun!
- Related to Minix
- Newsgroup flame
- Opensource
- Internet effect



Linus 改變歷史的一篇 post

From: torvalds@klaava.Helsinki.FI (Linus Benedict Torvalds)

Newsgroups: comp.os.minix

Subject: What would you like to see most in minix?

Summary: small poll for my new operating system

Message-ID: <1991Aug25.205708.9541@klaava.Helsinki.FI>

Date: 25 Aug 91 20:57:08 GMT

Organization: University of Helsinki

Hello everybody out there using minix -

I'm doing a (free) operating system (just a hobby, won't be big and professional like gnu) for 386(486) AT clones. This has been brewing since april, and is starting to get ready. I'd like any feedback on things people like/dislike in minix, as my OS resembles it somewhat (same physical layout of the file-system (due to practical reasons) among other things).

I've currently ported bash(1.08) and gcc(1.40), and things seem to work. This implies that I'll get something practical within a few months, and I'd like to know what features most people would want. Any suggestions are welcome, but I won't promise I'll implement them :-)

Linus (torvalds@kruuna.helsinki.fi)

PS. Yes - it's free of any minix code, and it has a multi-threaded fs. It is NOT protable (uses 386 task switching etc), and it probably never will support anything other than AT-harddisks, as that's all I have :-).



Linux 名言

- 人類進化演進的過程 - Linux 三定律
 - 為求生存
 - 為求社會地位
 - 為娛樂， Just for fun!
 - Examples: Sex 、戰爭、電視、手機、 Linux
- Software is like sex, it's better when it's free.
- 全球性的團隊遊戲 (for developer)



What's Linux?

- Linux 是一套自由的 32* 位元多人多工 Unix-like 作業系統，同時相容於 System V 與 BSD 並且符合 POSIX 標準。
- It's GPLed!
- Ported to other platforms: i386, X86-64, IA64, DEC's Alpha, Sun SPARC, PowerPC, VAX, SGI MIPS etc.

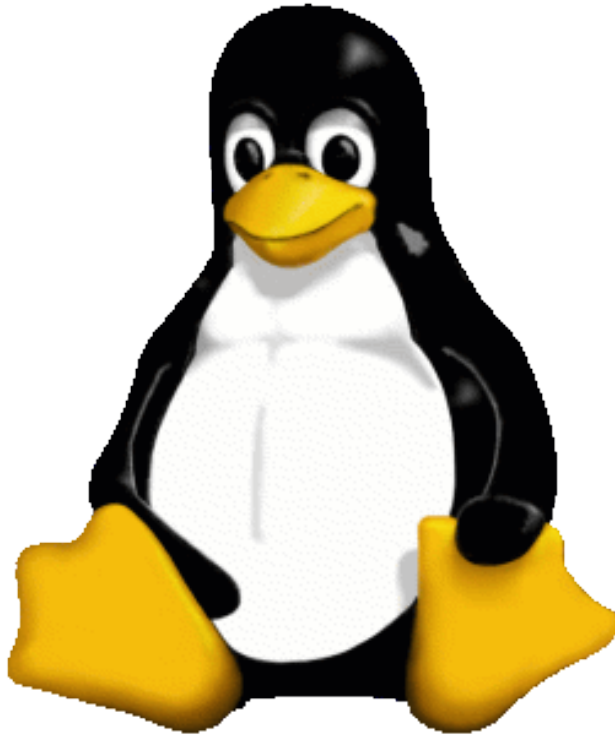


Linux Features

- Totally Free!
- Opensource
- Cross platform
- 多人多工
- 具網路功能
- 上千種 GNU 軟體
- 可與其他作業系統並存



Linux History



- Developers worldwide
- Opensource, thousands of eyeballs
- Community support
- Vendors support
 - IBM
 - Redhat
 - Mandrake
 - Novell
 - ...



Linux & distribution

- Linux 是 kernel ！
- A distribution = Linux kernel + software packages
- Linux kernel + 基本的 libc utilities + X Window system
- 最重要的工具集：GNU tools!
- 嚴格來講、叫做 GNU/Linux



Linux Distributions

- LFS – Linux From Scratch
 - <http://www.linuxfromscratch.org/>
- Slackware
 - <http://www.slackware.org/>
- Redhat
 - <http://www.redhat.com/>
- Mandrake
 - <http://www.mandrake.com/>



Linux Distributions

- Suse
 - <http://www.suse.com/>
- Debian
 - <http://www.debian.org/>
- Ubuntu
 - <http://www.ubuntu-linux.org>
- Gentoo
 - <http://www.gentoo.org/>
- Fedora
 - <http://fedora.redhat.com>



Linux Distribution

- TurboLinux
- OpenLinux
- UnitedLinux
- ...
- 版本衆多
 - 好處
 - 不是單一系統 (monoculture) ，降低大規模被入侵或是中毒的的機率
 - 在相同的基礎上互相競爭
 - 缺點
 - 一致性較低
 - 程式發展較費時



Debian GNU/Linux



- 非商業化、最自由的套件
- 由全世界 5000 多個志願者共同維護
- <http://www.debian.org/>
- 安裝難度略高
- 但容易控制管理



- Ubuntu – Debian based



國網中心發展與推廣自由軟體的背景

2002 年 5 月 NCHC 在立法院公聽會提出國家型開放原始碼計畫的構想，計畫雖未成立，但我們秉持

▶ 理念

▶ 自由

▶ 經費

- ✓ 鼓勵創新，培植本土軟體資訊人材
- ✓ 建立資訊工業自主實力
- ✓ 節省政府支出，每年省下二十億以上
- ✓ 促進資料交換格式開放，確保資訊自由



國網中心自由軟體實驗室

- 台灣，大部分個人電腦的作業系統與辦公室軟體均為少數外商的產品
- 至民國 89 年底，政府機關與學校單位設置的個人電腦總數為 1,229,276 部，估計支付外商公司軟體授權費超過新台幣七十億元以上
- 合法，不管使用商業獨家軟體或是自由軟體。不要把盜版當作理所當然
- 教育之所以為教育就是要學生學習能組合與創造的工具，例如數學和英文課程
- 我們的教育，如果只是整天教小孩子昂貴的軟體與作業系統，那學生只有兩條路，不是非常有錢來買軟體，就是作罪犯來盜版。
- 如果我們的老師永遠睜一眼閉一眼，小孩子從小就受這樣的教育，惡小為之，人格必定扭曲。為何要讓學生生活在那樣的環境中？
- 政府機構所採購的電腦，內裝的軟體可能只使用 20%~30% ，卻需付 100 % 的軟體費用，最重要的是沒有 U.C.M.D 的自由
- 身為政府機構，若有能力卻不做，有違我們的認知與良心



FLOSS-Free Open Source Software

- ✓ 免費只是自由的一個要素，只看到『免費』太短視，M\$ IE 就是一個例子 ... 2003 年 5 月 7 日 M\$ IE 程式經理 Bryan Countryman 表示 ...
- ✓ 要求『降價』如同向毒梟討價還價，只圖短暫的苟安，不如培養競爭對手，泰國就是一個例子
- ✓ 建議政府應該盡量花錢請人寫自由軟體，而不是買封閉或是獨家的軟體
- ✓ 自由就是你可以任意 copy，任意傳播散佈
- ✓ 台灣人這麼愛 copy，為何不發展一個東西讓大家來 copy，被 copy 的人很爽，copy 的人也拷貝的很爽 ... 自由軟體的精神，符合人性



Outline

- Unix, Linux and Opensource 簡介
- Cluster OS distribution
 - Rocks
 - OSCAR
 - Penguinzilla or Centralized boot
- 相關網址



開機方式的選擇、硬體的搭配 與建製

- OS and cluster tools selection

- Redhat/Debian/Mandrake/Slackware/Turbo Linux...
- NPACI Rocks (<http://rocks.npaci.edu>)
- MOSIX (<http://www.mosix.org>)
- OSCAR - Open Source Cluster Applications Resources (<http://oscar.sourceforge.net/>)
- Scyld Beowulf Professional Edition (<http://www.scyld.com/page/products/>) commercial software
- SCORE (<http://www.pccluster.org/>)
- SCE-Scalable Cluster Environment (<http://prg.cpe.ku.ac.th/research/sce/>)

- Installation

- CDRom, Floppy + NFS – take a lot of time...
- Kickstart (<http://wwwcache.ja.net/dev/kickstart/>) for Redhat
- FAI (Fully Automatic Installation) (<http://www.informatik.uni-koeln.de/fai/>) for Debian
- Ghost (www.norton.com) or Partimage (www.partimage.org)



開機方式的選擇、硬體的搭配 與建製

- Centralized boot or decentralized boot ?
- Centralized boot: using network boot ,
- 概估：適用於大約在 16 台以下，更多台的話要特別的機制 -> DRBL
 - <http://etherboot.sourceforge.net> , <http://netboot.sourceforge.net>
 - <http://ClusterNFS.sourceforge.net>, <http://www.ltsp.org>
 - The pros:
 - 易於管理；省去 computing nodes 的硬碟費用，降低硬碟故障所造成的風險
 - The cons:
 - 網路負荷較重；所有雞蛋在同一個籃子上 -> 風險較高
- Decentralized boot: every computing nodes with OS on its own storage device
 - The pros:
 - 網路負荷較輕；風險分擔
 - The cons:
 - 易難管理；每個 computing nodes 需配備硬碟，增加硬碟故障所造成的風險



Rocks & OSCAR

- NPACI Rocks
 - <http://www.rocksclusters.org>
- OSCAR – Open Source Cluster Applications Resources
 - <http://oscar.sourceforge.net/>



企鵝龍 Penguinzilla

(DRBL - Diskless Remote Boot in Linux)

國網中心自由軟體實驗室開發

Our goal-

FSSC (Free Software Smart Classroom)

- DRBL, Clonezilla
- Multicast VNC
- Access Grid, E-learning
- Cluster computing ready classroom
- Grid computing ready classroom



企鵝龍 (DRBL) 簡介

- ✓ 自由軟體，國家高速網路與計算中心所開發
 - ✓ 遵循 GPL 合約下，任何人都有使用、複製、修改與散播的自由，當然也就沒有軟體授權費的困擾
 - ✓ 符合國際的標準，並沒有重新發明輪子
- ✓ 支援多元化的資訊教育，電腦教室可以很方便與快速的切換作業系統
- ✓ 學生電腦可以不需要有硬碟，有硬碟 DRBL 也可以充分利用
- ✓ 集中管理
- ✓ 內建回復系統，可以同時複製或是還原多台 (~40 台) 學生電腦硬碟裡的作業系統 (Linux, MS Windows 9X/2K/XP 皆可)



Penguinzilla (DRBL - Diskless Remote Boot in Linux)

✓ pxe/etherboot + nfs + nis - 站在巨人的肩膀上

起源：PC Cluster -> 自由軟體電腦教室需求

1. 支援多元化的電腦教學 - Linux 與 MS Windows 可同時並存

- Penguinzilla 環境下，OS 存在 server 端，client 端的作業系統可保留

2. 簡化管理工作

- 所有的服務集中在 server 管理，減少檢視每台 client 軟體的困擾
- 作業系統與軟體只需要在 server 上安裝一遍即可

3. 硬體與安裝雖簡化，軟體卻完整

- 軟體和逐一安裝的機器一樣，沒有任何偷工減料



Diskfull, diskless or systemless

- **diskfull** - client nodes have dedicated disks
- **diskless** - client nodes have no disks
- **systemless** - client nodes have dedicated disks, but they don't contain a disk bootloader and they are boot from the network, disk is for swap, tmp
- Why diskless ?
 - It's easier to manage one image than many individual installations
 - save budget
 - a disk is a mechanical part that is subject to failure
 - lesser mechanical parts, greater reliability



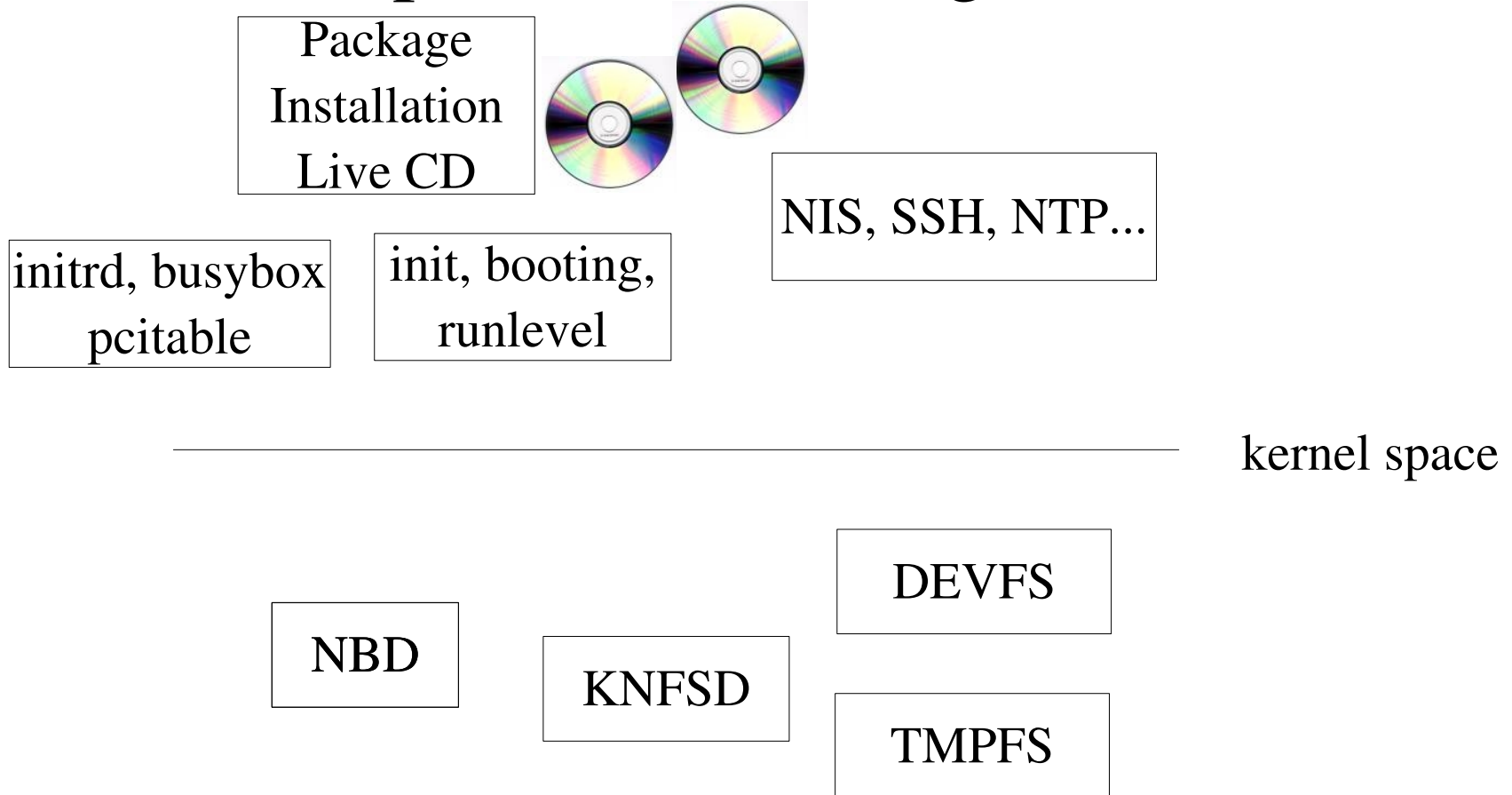
Diskfull, diskless or systemless

- Using diskless, systemless or diskfull for clients ?
 - depends on applications
- DRBL provides diskless and systemless mode for clients, we also have a program called "Clonezilla" to deploy a diskfull system
- Clonezilla has been used in many schools to clone the M\$ Windows or Linux system image

CloneZilla



Development and tuning in DRBL



- Live CD is available in <http://drbl.nchc.org.tw>



Diskless or not ?

- ✓ 視 HPC application 需求而定
- ✓ diskless -> client RAM 夠大，不需 swap，程式也不需 scratch files.
- ✓ disk -> 反之，RAM 不夠大，需 swap，程式可能需要 scratch files. -> centralized boot.
- ✓ Penguinzilla client 利用 local HD partition 來做 swap partition/file 以及放置 scratch files. -> centralized boot



Why DRBL ?

- ✓ It's all about scale...



DRBL vs. LTSP

- 既有 LTSP ，何要 DRBL ?
 - 中央集權 vs. 地方分權
 - LTSP 無法充分使用 local 電腦的硬體資源，例如用戶端無法直接撥放聲音，無法使用隨身碟與光碟機
 - 特別功能 (1) 再生龍 (Clonezilla) 還原系統，(2) 可以非常快速與方便切換學生電腦的作業系統或是工作，例如可以切換學生的電腦變成 FreeDOS ， DRBL 用戶端，學生端原來硬碟內的作業系統，記憶體測試，網路安裝 Debian/RedHat/Fedora/Mandrake 等
 - DRBL 不適用於老舊電腦使用
 - 因地制宜，取己所需



DRBL, Rocks & OSCAR

	DRBL	Rocks	OSCAR
diskless/systemless	Y	N	N (*1)
diskfull	Y(*2)	Y	Y
cluster packages	Y(*3)	Y	Y
scale up	good(*4)	excellent	excellent

1. A project called "Thin-OSCAR" provides the diskless/systemless OSCAR cluster
2. Using Clonezilla, DRBL can deploy diskfull nodes
3. Packages are same with those in Rocks and OSCAR, but some are not included
4. From good to excellent
 - ✓ Good: NFSRoot, however many-to-1 problem in large scale
 - ✓ Excellent: (1) ramdisk and multicast model or (2) hierarchical network topology , the scale can be excellent



Clonezilla - DRBL 的內建殺手級功能

- ✓ Clonezilla [OCS (Opensource Clone System)]
 - 搭配 partimage (<http://www.partimage.org>) 可以將作業系統由 server clone 回 client 。功能類似 MS Windows 下的企業版 Ghost ，不過更漂亮的地方是人不需要在現場，只要設定好執行時間，系統自動做。以 NCHC PC 教室為例，36 台 clients clone 3.5 Gbytes 的 MS Windows XP 環境，使用 unicast 方式約 50 分鐘到 1 小時，使用 multicast 方式則只要約 8 分鐘。
- ✓ 由 Server 可遠端控制 Client 開機* 與關機
- ✓ 由 Server 可遠端控制 Client 的作業系統選擇
- ✓ 可備份與還原多種作業系統，包含 Linux, MS Windows 等

* 主機需支援 wake on LAN 功能

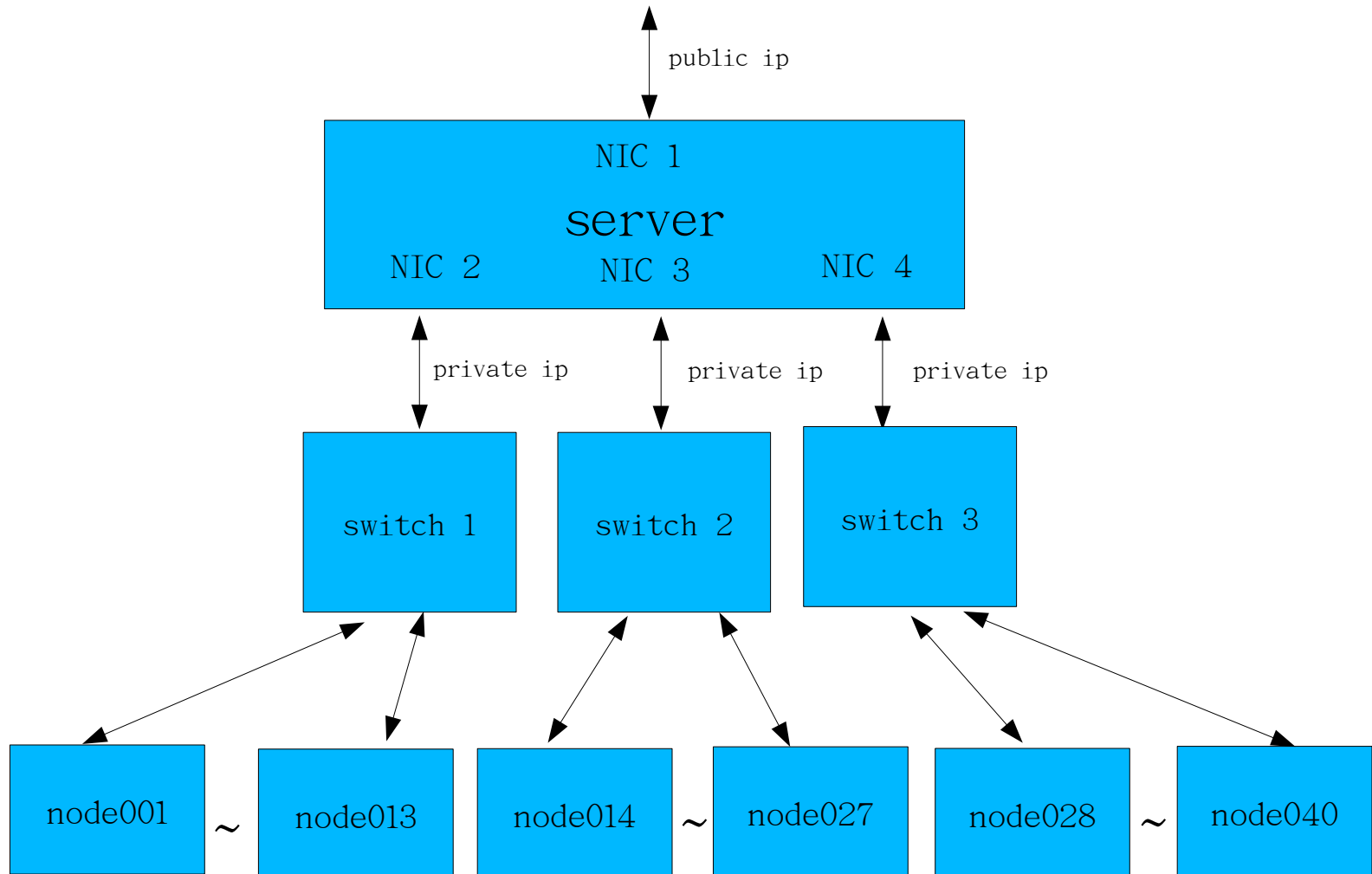


DRBL features

- ✓ It's GPLed!!!
- ✓ 程式碼完全公開，任何人都可以自由使用，複製與散佈
- ✓ 作者們就在你面前



DRBL 示意圖



DRBL 的建議規格

- ✓ 以下所列的規格僅供參考，採購時可依據經費與當時最佳的設備來採購，中央政府各機關、學校委託的中央信託局集中採購案中有符合使用的設備。
- ✓ HPC 的需求是永無止境的。
 - ✓ **伺服器**
 - ✓ 最低規格 :CPU 450 MHz ，記憶體 256 MB ， fast ethernet(100Mbps) 網路卡多張。
 - ✓ 建議規格 :CPU 2.6 GHz ，記憶體 1 GB ， Gigabits 網路卡 4 張。
 - ✓ **客戶端**
 - ✓ 最低規格 :CPU 300 MHz ，記憶體 128 MB ， 100Mbps 網路卡，若是新購電腦的話建議直接買有支援網路開機 (PXE) 的網卡或是內建 PXE 功能網卡的主機板。
 - ✓ **網路連接設備**
 - ✓ 最低需求 :100Mbps 的交換器。
 - ✓ 建議規格 : 以 40 人的電腦教室為例，兩台 24 埠 100Mbps 的交換器，每台上另外個別有 2 個 Gigabits ports 。



DRBL 整體運作示意圖



server



switch



client nodes



DHCP

———— IP ———▶

pxe/etherboot

192.168.0.1

pxe/etherboot

192.168.0.40

TFTP

———— kernel ———▶

boot

boot

NFS

— file system —▶

/, /usr, /home ...

/, /usr, /home ...

NIS

———— account ———▶

user login

user login



如何安裝？

- <http://drbl.nchc.org.tw>; <http://drbl.sf.net>
- DRBL for Debian, Ubuntu, B2D Linux
 - 四步安裝法：自行安裝好 Debian-based Linux 之後，下載程式來安裝與設定，約 20 - 30 分鐘左右可以完成整個電腦教室的架設（安裝時間視主機與網路速度與而定）
- DRBL for RedHat/Fedora/CentOS/Mandriva/SuSE Linux
 - 四步安裝法：自行安裝好 RedHat-like Linux 之後，下載程式來安裝與設定，約 20 - 30 分鐘左右可以完成整個電腦教室的架設（安裝時間視主機與網路速度與而定）
- 每增加一台 client，server 所需額外增加的硬碟空間約是 15 ~ 50 MB（視主機安裝軟體多寡而定）





DRBL 運用在 NCHC 上課情形

DRBL 運用在新竹市建功國小
教師自由軟體研習營上課情形

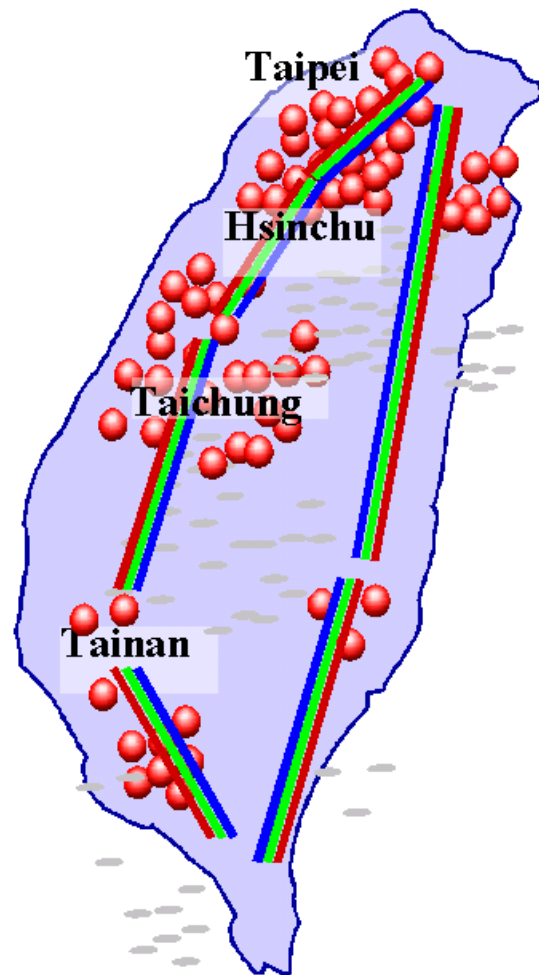


DRBL 運用在輔仁大學自由軟體教學平台研討會情形



另一種形式的輕量級格網計算環境 - 辦公室與電腦教室

- DRBL 使用者分佈
 - > 280 單位, > 8500 PCs
 - 機關學校
 - 中小學 93
 - 大學 61
 - 醫院 3
 - 電視台 1
 - 公部門 12
 - 財團法人 15
 - 中小企業 66
 - 其他 41



* 統計時間 2005/12/5



Acknowledgements

- 感謝 NCHC 陳郁中先生提供 Unix, Linux and Opensource 簡介相關資料
- 感謝 NCHC 黃國連先生提供 OSCAR 相關資料
- 感謝 NCHC 王順泰先生提供 Rocks 相關資料



參考資料

- <http://drbl.nchc.org.tw>
- <http://Penguinzilla.sourceforge.net>
- <http://opensource.nchc.org.tw>
- <http://rocks.npaci.edu>
- <http://oscar.sourceforge.net>
- <http://www.study-area.org/>
- <http://etherboot.sourceforge.org/>
- <http://www.rom-o-matic.net/>
- <http://www.ltsp.org/>
- Diskless HOWTO, Diskless-nfs-root HOWTO, Diskless-nfs-root-other HOWTO, Network-boot-HOWTO, NFS HOWTO, NIS HOWTO
- Martin Fink, "The Business and Economics of Linux and Open Source", Prentice Hall PTR



Demo

1. Server: Ubuntu
Dapper, Intel Pentium
M 1 GHz CPU
2. Client: Vmware 5.5 as
single client





財團法人國家實驗研究院

國家高速網路與計算中心

NATIONAL CENTER FOR HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Question ?

