

Linux on Windows:

WSL (Windows Subsystem for Linux)
&
~~Bash on Ubuntu on Windows~~
Linux distros on Windows 10

Cristian Vidraşcu

Sumar

- Introducere – despre WSL 1
- Ghid de instalare WSL 1
- Ghid de utilizare WSL 1
- Noutăți legate de WSL în Windows 10 FCU (v1709)
- Noutăți legate de WSL în Windows 10 April 2018 Update (v1803)
- Noutăți legate de WSL în Windows 10 October 2018 Update (v1809)
- Noutăți legate de WSL în Windows 10 April 2019 Update (v1903)
- Arhitectura WSL 1
- Comparatie cu Wine
- Tehnologia viitoare: WSL 2

Introducere – despre WSL 1

- **WSL** (**Windows Subsystem for Linux**) – este un *feature* nou introdus în Windows 10 x64 AU (v1607), ce permite **să rulezi aplicații native de Linux în linie de comandă** (deci, fără GUI), i.e. *native Linux ELF64 binaries*, **sub Windows, în mod direct** (i.e. fără mașini virtuale, containere, sau alte tehnici de virtualizare), **alături de alte aplicații Windows**, atât tradiționale (Win32 apps), cât și aplicații moderne (store apps).
- **Ubuntu on Windows** – este o imagine user-mode de Ubuntu, ce conține interpretorul nativ **/bin/bash** și diversele **utilitare Linux în linie de comandă** disponibile în distribuția Ubuntu de proveniență, dar fără să conțină și un kernel de Linux.
- **Bash** (**B**ourne **A**gain **S**hell) – este unul dintre cele mai populare interpretoare de comenzi, folosit ca shell implicit de către Ubuntu și de multe alte distribuții de Linux, precum și de OSX.

Introducere

- **Audiența:** WSL este o unealtă pentru dezvoltatorii de aplicații web și aplicații open-source, ce le permite să folosească diversele unelte de dezvoltare și limbaje de programare de sub Linux, direct pe Windows.

Detalii: <https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/about>
<https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/faq>

și <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/07/08/bash-on-ubuntu-on-windows-10-anniversary-update/>

A se citi și articolul: [Ubuntu on Windows – The Ubuntu Userspace for Windows Developers](#)

- **Noutatea:** au mai existat subsisteme de Linux în versiuni mai vechi de Windows, dar acelea aveau limitări mult mai mari, dintre care, cea mai importantă – aplicațiile de Linux trebuiau recompile pe Windows.

Folosind WSL, putem rula direct pe Windows, executabilele compilate sub Linux!

- **Istoric** al subsistemelor (și un *overview* al arhitecturii subsistemului WSL):
<https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/04/22/windows-subsystem-for-linux-overview/>

Introducere

- **Avertisment:** WSL este o tehnologie imatură, fiind încă **în stadiu beta** în v1703 (are abia 2 ani de când este disponibilă, întâi doar pentru cei înscriși în programul *Windows Insider*, apoi și pentru publicul larg, prin versiunea v1607 de Windows 10), având prin urmare o serie de lipsuri și de implementări incomplete ale apelurilor de sistem și altor facilități din Linux.

Detalii despre evoluția acestei tehnologii, de la un *build* (de Win10) la altul:

https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/release_notes

A se citi și <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2017/04/11/windows-10-creators-update-whats-new-in-bashwsl-windows-console/>

- **Consecință:** **există posibilitatea ca unele programe** pe care le dezvoltați pentru Linux în linia de comandă, **să nu funcționeze corect** (în sensul de a produce aceleași rezultate/a avea același comportament ca în Linux) **atunci când le rulați în mediul Ubuntu on Windows oferit de WSL!**
- **Observații personale** (deduse făcând unele teste cu programele demo de la cursuri, folosind WSL din Windows 10 CU – v1703):
 - implementarea lacătelor pe fișiere este incompletă, i.e. nu asigură caracterul mutual exclusiv al accesului la fișier, pentru lacătele de scriere
 - combinația de taste CTRL+\ nu generează semnalul de terminare SIGQUIT pentru procesul din *foreground*
 - posibil să mai existe și alte limitări, pe care încă nu le-am descoperit

Ghid de instalare WSL 1

Ghid de instalare (I)

- **Cerințe:** Windows 10 **x64**, AU (v**1607**) sau CU (v**1703**)
- **Pașii necesari pentru instalare:**
 - 1) Turn-on Developer Mode
 - 2) Enable the "Windows Subsystem for Linux (beta)" feature
 - 3) First run of Bash on Windows – this installs Ubuntu image
- **Detalii despre pașii pentru instalare:**
https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/install_guide
- **Rezultatul instalării:**
 - două aplicații Win32: **bash.exe** și **lxrun.exe**
 - plus o **image de Ubuntu**, i.e. o distribuție Ubuntu LTS ce este special configurată, *fără GUI și fără kernel de Linux*

Ghid de instalare (II)

- Aplicația Win32 **bash.exe**:

- 1) Se lansează fie de la linia de comandă din Windows (i.e. dintr-o fereastră cmd.exe sau powershell.exe), fie se alege din StartMenu, aplicația “Bash on Ubuntu on Windows”.
- 2) Rolul ei este de a inițializa o instanță a imaginii de Ubuntu instalate, în care va porni o instanță a interpretorului /bin/bash, rulată în numele utilizatorului creat la instalarea imaginii de Ubuntu.

- Aplicația Win32 **lxrun.exe**:

Se folosește pentru a administra (i.e. instalare/actualizare/dezinstalare) imaginea de Ubuntu.

- Detalii despre cele două comenzi:

<https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/reference>

Ghid de instalare (III)

- Versiunea de distribuție Ubuntu LTS din **imaginea instalată**:
 - pe Win10 x64 AU (v1607): Ubuntu **14.04.x** LTS (bazată pe kernelul 3.4.0)
 - pe Win10 x64 CU (v1703): Ubuntu **16.04.x** LTS (bazată pe kernelul 4.4.0)
- Locația pe disc unde se instalează imaginea de Ubuntu:
 - folderul C:\Users\Cristian\AppData\Local\lxss
 - restricție: conținutul acestui folder **nu trebuie modificat** folosind aplicații rulate direct din mediul Windows 10
- Motivația acestei restricții:
<https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2016/11/17/do-not-change-linux-files-using-windows-apps-and-tools/>
și <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/06/15/wsl-file-system-support/>
- Instalarea de comenzi suplimentare în imaginea de Ubuntu instalată (e.g. compilatorul gcc, utilitarul mc, etc.) se face în modul uzual din Ubuntu:
sudo apt install gcc
- Noutăți: în luna mai 2017 s-a anunțat suportul în versiunile viitoare de Windows 10 pentru alte imagini de Linux, bazate pe distribuțiile Fedora și SuSE:

<https://techcrunch.com/2017/05/11/microsofts-bash-on-windows-10-goes-beyond-ubuntu-and-gets-support-for-fedora-and-suse-too/>

Noutăți WSL în Windows 10 v1709 (I)

- Pașii pentru instalare pe Windows 10 x64, v1709 și următoarele versiuni apărute între timp:

1) Enable the "Windows Subsystem for Linux" feature

2) Install from Windows store any/every of the following store apps:

- **Ubuntu** – versiunea 16.04 LTS (bazată pe kernelul 4.4.0), și respectiv 18.04 LTS
- **OpenSUSE** – versiunea Leap 42, și respectiv versiunea Leap 15
- **SLES** – SUSE Linux Enterprise Server versiunea 12, și respectiv versiunea 15
- **Debian GNU/Linux** – versiunea 9.5
- **Kali Linux** (o distribuție specializată) – versiunea 1.1.4.0
- **Alpine Linux** – versiunea 3.7

Notă: lista aceasta continuă să crească pe parcursul timpului!

3) First run of the chosen store app: will install the corresponding Ubuntu / SUSE / Debian /... distribution's image

Detalii: <https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/install-win10>

- **Rezultatul instalării:** ... (see next slide)

Noutăți WSL în Windows 10 v1709 (I)

- Pașii pentru instalare pe Windows 10 **x64**, v**1709** și următoarele versiuni apărute între timp: ...
- Rezultatul instalării:
 - 1) Una (sau mai multe) store apps: Ubuntu.exe / openSUSE.exe / SLES.exe /...
Locația pe disc: `C:\Program Files\WindowsApps\CanonicalGroupLimited.UbuntuonWindows_1604.2017.922.0_x64__xxxxxxx\`
 - 2) Imaginile distribuțiilor de Linux aferente
Locația pe disc: `C:\Users\Cristian\AppData\Local\Packages\CanonicalGroupLimited.UbuntuonWindows_1604.2017.922.0_x64__xxxxxxx\LocalState\`
Restricție: conținutul acestui folder **nu trebuie modificat** folosind aplicații rulate direct din mediul Windows 10
 - 3) wslconfig.exe – utilitar pentru administrarea distribuțiilor instalate sub WSL
Plus, wsl.exe și bash.exe – alte variante de a porni distribuția *default*

Detalii: <https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/wsl-config>
și <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2017/11/28/a-guide-to-invoking-wsl>

Ghid de utilizare WSL 1

Ghid de utilizare (I)

- Prin intermediul aplicației Win32 bash.exe (descrisă anterior) se pornește **mediul de lucru** “Ubuntu/SUSE/... on Windows”, ce ne oferă posibilitatea de a lucra la linia de comandă “*ca și cum*” (cu acele limitări amintite anterior) am lucra pe un Linux nativ.

- **Modelul de permisiuni pentru accesul la resurse:**

Programele rulate în mediul de lucru “Ubuntu/... on Windows” folosesc, pentru controlul accesului la resursele din imaginea de Ubuntu/SUSE/... instalată, acel **cont de utilizator Linux** creat la instalarea imaginii respective.

Nu confundați acest **cont de Linux**, cu **contul de utilizator Windows** cu care sunteți logat în Windows, și care “guvernează” controlul accesului la resursele din Windows, a aplicațiilor pe care le rulați sub Windows, inclusiv a aplicației bash.exe (Exemplu: faptul că porniți bash.exe într-o fereastră cmd.exe rulată ca Admin în Windows, nu atrage după sine rularea ca root a instanței interpretorului /bin/bash pornită astfel în mediul de lucru “Ubuntu/... on Windows”).

- Detalii despre contul de Linux și modelul de permisiuni:

https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/user_support

Ghid de utilizare (II)

- **Accesul**, din linia de comandă a **mediului de lucru “Ubuntu/... on Windows”**, **la sistemul de fișiere din Windows**: este permis, pentru citire și scriere, cu observația că specificarea căii, relative sau absolute, către fișierul dorit se face utilizând sintaxa din Linux, plus cunoscând faptul că:
 - discul fix **C**: din Windows este montat automat în punctul `/mnt/c` în imaginea de Ubuntu,
 - discul fix **D**: din Windows este montat automat în punctul `/mnt/d` în imaginea de Ubuntu, ș.a.m.d.
- *Observație*: există însă și unele particularități legate de acest tip de acces, datorate diferenței dintre modelul de permisiuni și setul de capabilități ale sistemelor de fișiere din Linux vs. cele din Windows.
- Detaliile tehnice despre implementarea acestui tip de acces:
<https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/06/15/wsl-file-system-support/>
- **Accesul invers**, din **mediul de lucru Windows**, **la sistemul de fișiere din imaginea de Ubuntu/SUSE/...** : este permis doar în citire (i.e. *read-only*), fiind total NERECOMANDAT accesul în scriere; motivația acestei restricții – vezi în slide-ul Ghid de instalare (III).

Ghid de utilizare (III)

- **Inter-operabilitatea dintre WSL și Windows:**
 - este o facilitate mai nouă, prezentă în versiunea WSL din Win10 CU (v1703), dar care lipsește din versiunea inițială WSL din Win10 AU (v1607)
 - această facilitate presupune două aspecte:
 - 1) **Posibilitatea de a invoca executabile de Linux de la linia de comandă din Windows**, i.e. la promptul dintr-o fereastră cmd.exe sau powershell din Windows putem lansa în execuție comenzi executabile de Linux
 - 2) **Posibilitatea de a invoca executabile de Windows de la linia de comandă din WSL**, i.e. la promptul interpretorului /bin/bash rulat în imaginea de Ubuntu/SUSE/... , putem lansa în execuție executabile de Windows, inclusiv programe cu GUI
- Despre modul de utilizare a acestor tipuri de invocări, a se citi:
<https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/interop>
- Detaliile tehnice despre implementarea acestei facilități de inter-operabilitate:
<https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/10/19/windows-and-ubuntu-interoperability/>

Noutăți WSL în Windows 10 v1709 (II)

- **Status:** tehnologia WSL nu mai este considerată **în stadiu beta** în v1709

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2017/07/28/windows-subsystem-for-linux-out-of-beta/>

- **Accesul**, din WSL (i.e. din linia de comandă a distribuției Ubuntu/SUSE/...), **la sistemul de fișiere din Windows**: acum se poate monta, manual, orice volum de fișiere din Windows, inclusiv *removable drives* sau *network locations*
 - 1) Montare *removable drive* X: `sudo mount -t drvfs X: /mnt/x`
 - 2) Montare *network location*: `sudo mount -t drvfs '\\server\share' /mnt/share`

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2017/04/18/file-system-improvements-to-the-windows-subsystem-for-linux/>

- **Accesul**, din WSL, **la porturile seriale din Windows**

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2017/04/14/serial-support-on-the-windows-subsystem-for-linux/>

- **Alte noutăți**, despre WSL în Windows 10 v1709:

- Install Linux distros via the Windows Store
- WSL now runs multiple Linux distros, side-by-side, simultaneously
- WSL no longer requires developer mode
- WSL is coming to Windows Server and to Microsoft Azure Windows VM instances
- Deprecating the name "Bash on Windows"

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2017/10/11/whats-new-in-wsl-in-windows-10-fall-creators-update/>

Noutăți WSL în Windows 10 v1803

- **New distro apps**: în martie 2018 au fost publicate în Windows store două noi distribuții: Kali Linux (o distribuție specializată) și Debian GNU/Linux v9.5
Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2018/03/05/kali-linux-for-wsl/> și <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2018/03/06/debian-gnulinux-for-wsl-now-available-in-the-windows-store/>
- Tot în martie 2018 s-a lansat o unealtă pentru “împachetat” orice distribuție de Linux într-o aplicație pentru Windows store

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2018/03/26/wsl-distro-launcher/>

- **Noutățile** despre WSL din Windows 10 v1803:
 - A new config file (for drive mounting & network configuration): `/etc/wsl.conf`
 - WSL now runs background tasks even after you close the WSL console windows
 - Many interoperability improvements: a new tool `wslpath`, sharing environment variables between Windows and WSL, filesystem improvements, etc.
 - Added support for Unix Sockets (i.e., domain `AF_UNIX`)
 - Hyper-V has an enhanced session mode
 - More Windows native CLI tools: OpenSSH, tar, curl
 - Added support for UWP Console applications

Detalii: <https://blogs.msdn.microsoft.com/commandline/2018/03/07/windows10v1803/>

Noutăți WSL în Windows 10 v1809

- **New distro apps**: au fost publicate în Windows store noi distribuții și noi versiuni ale unora deja prezente în store:
Ubuntu 18.04, SLES v15 & OpenSUSE Leap 15, Alpine Linux, and WLinux (a paid distribution)
- **Noutățile** despre WSL din Windows 10 v1809:
 - Run WSL and Ubuntu 18.04 on ARM devices
 - {După mulți ani fără acest *feature*...} **Notepad.exe now supports Linux line endings**
 - Launch a Linux shell from the File Explorer
 - Install WSL distros from the command line in Powershell
 - Improved per-directory case sensitivity support
 - **Copy/paste arrives for Linux/WSL consoles**
 - More Windows Console improvements

Detalii: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/whats-new-for-wsl-in-the-windows-10-october-2018-update/>

Noutăți WSL în Windows 10 v1903

- **Noutățile** despre WSL din Windows 10 v1903:
 - Biggest improvement: **Accessing Linux files from Windows in write mode!**
Notă: acest feature este suportat parțial deocamdată (i.e. are unele limitări – a se vedea referința de mai jos)
 - Improved wsl.exe command line experience:
 - new options added for: to run commands as different users, to terminate running distributions, and to export and import different distros as tar files
 - consolidating options: the options from wslconfig.exe were added to wsl.exe
 - More Windows Console improvements

Detalii: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/whats-new-for-wsl-in-windows-10-version-1903/>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/a-deep-dive-into-how-wsl-allows-windows-to-access-linux-files/>

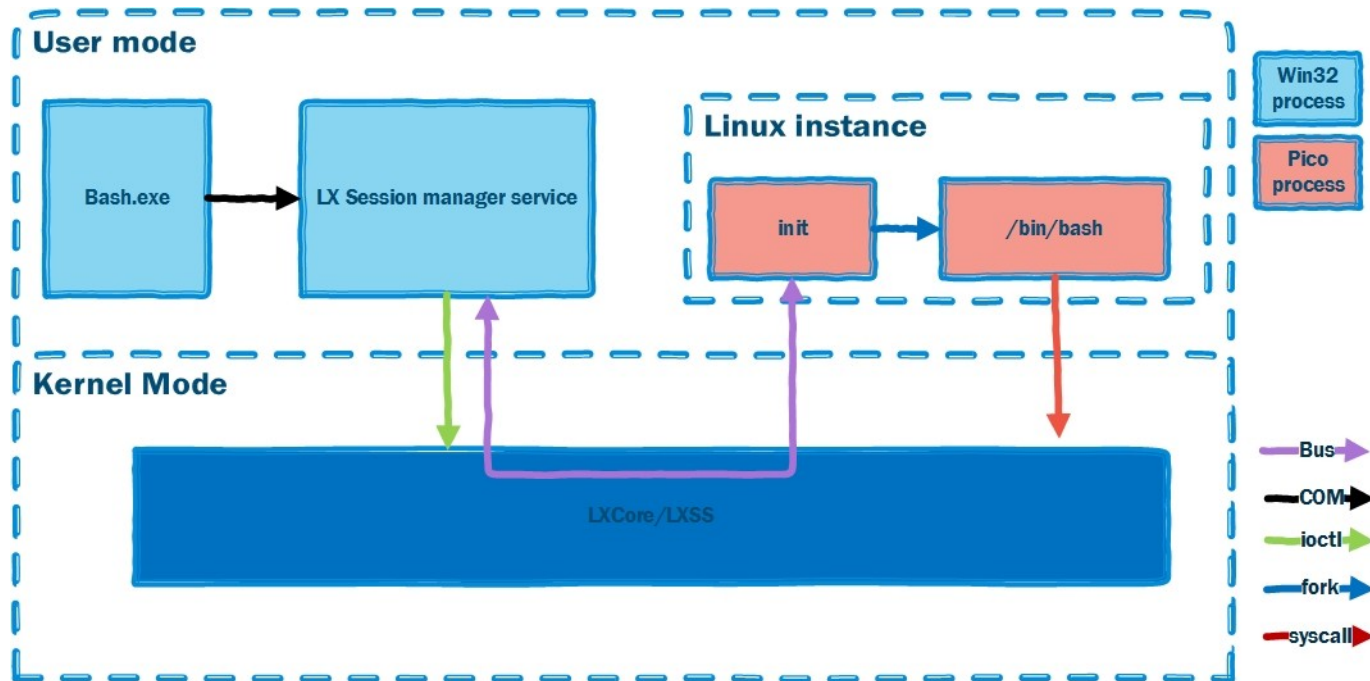
Noutăți WSL în Windows 10 v1909

Nu există noutăți legate de WSL în această versiune, întrucât însăși întreaga versiune v1909 este de fapt versiunea v1903, cu o serie de mici îmbunătățiri.

Mai mult, aceasta este ultima versiune de Windows 10 ce oferă mediul WSL 1. Începând cu următoarea versiune, v2004, Windows 10 oferă o tehnologie complet nouă, WSL 2. 19 / 30

Arhitectura subsistemului WSL 1

Arhitectura WSL (I)



Trei componente:

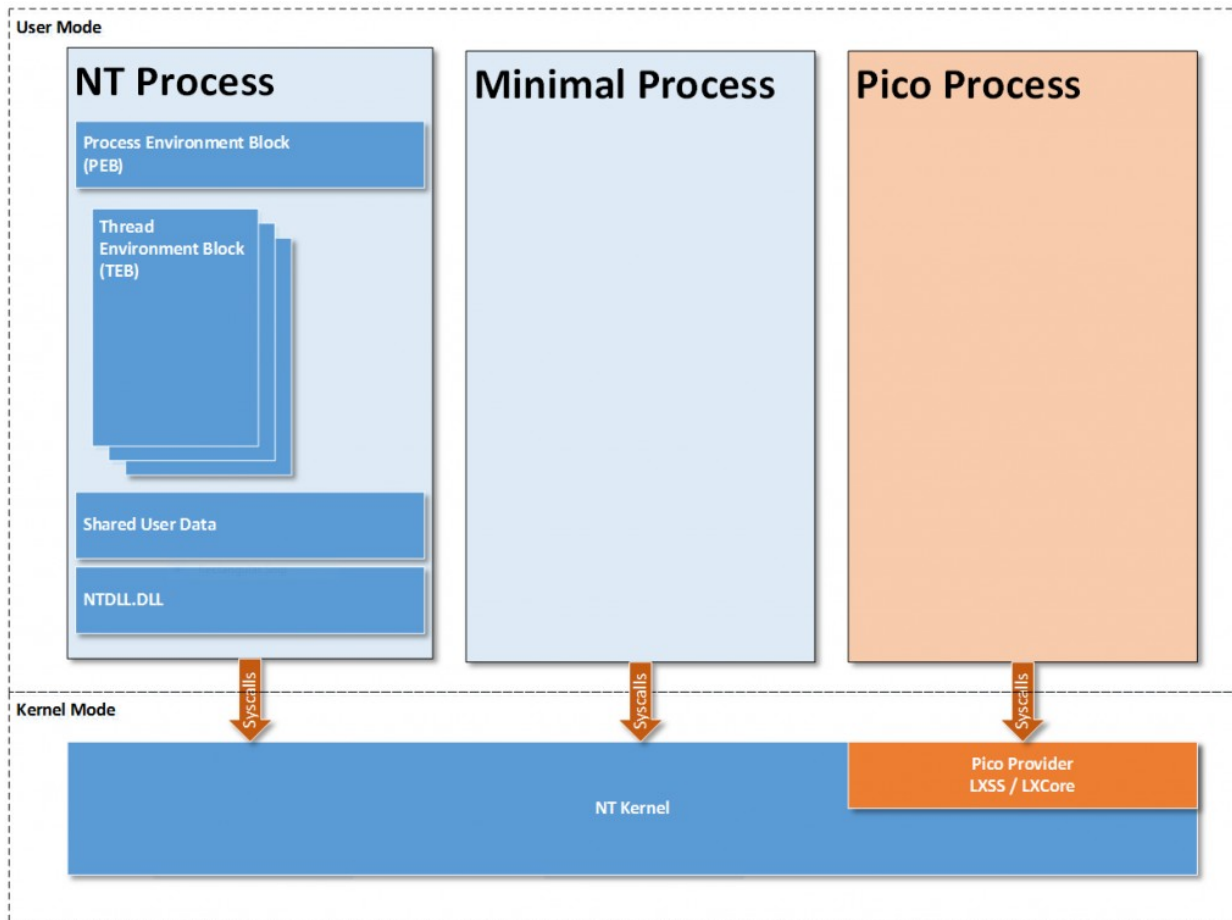
- 1) User mode session manager service that handles the Linux instance life cycle
- 2) Pico provider drivers (lxss.sys, lxcore.sys) that emulate a Linux kernel by translating Linux syscalls
- 3) Pico processes that host the unmodified user mode Linux binaries (e.g. /bin/bash)

Detalii tehnice: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/04/22/windows-subsystem-for-linux-overview/>

Arhitectura WSL (II)

- Conceptul de *pico process*:
 - dezvoltat de Microsoft Research în proiectul Drawbridge

Detalii tehnice: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/05/23/pico-process-overview/>

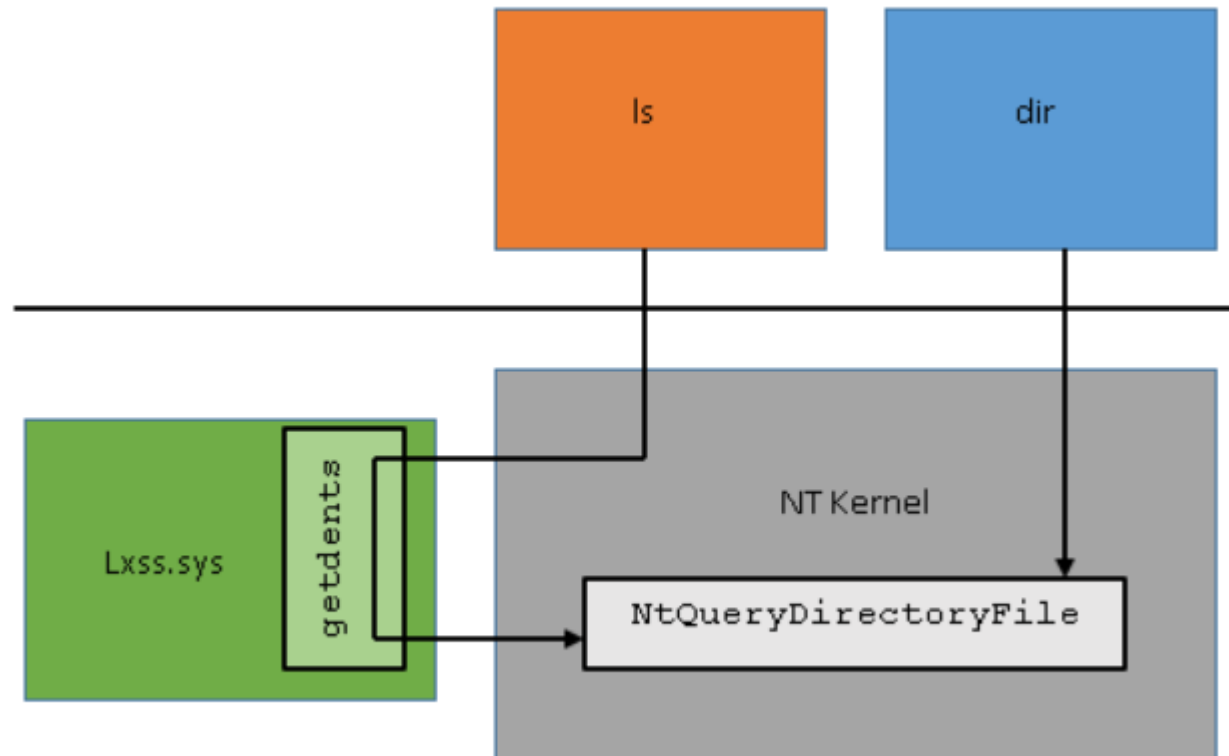


- *minimal process*: a process not managed by Windows kernel; from the Windows kernel point of view, it is simply an empty user-mode address space
- *pico process*: a minimal process with an associated pico provider kernel-mode driver to manage that empty user-mode address space

Arhitectura WSL (III)

- “Traducerea” apelurilor de sistem de Linux în apeluri de sistem de Windows

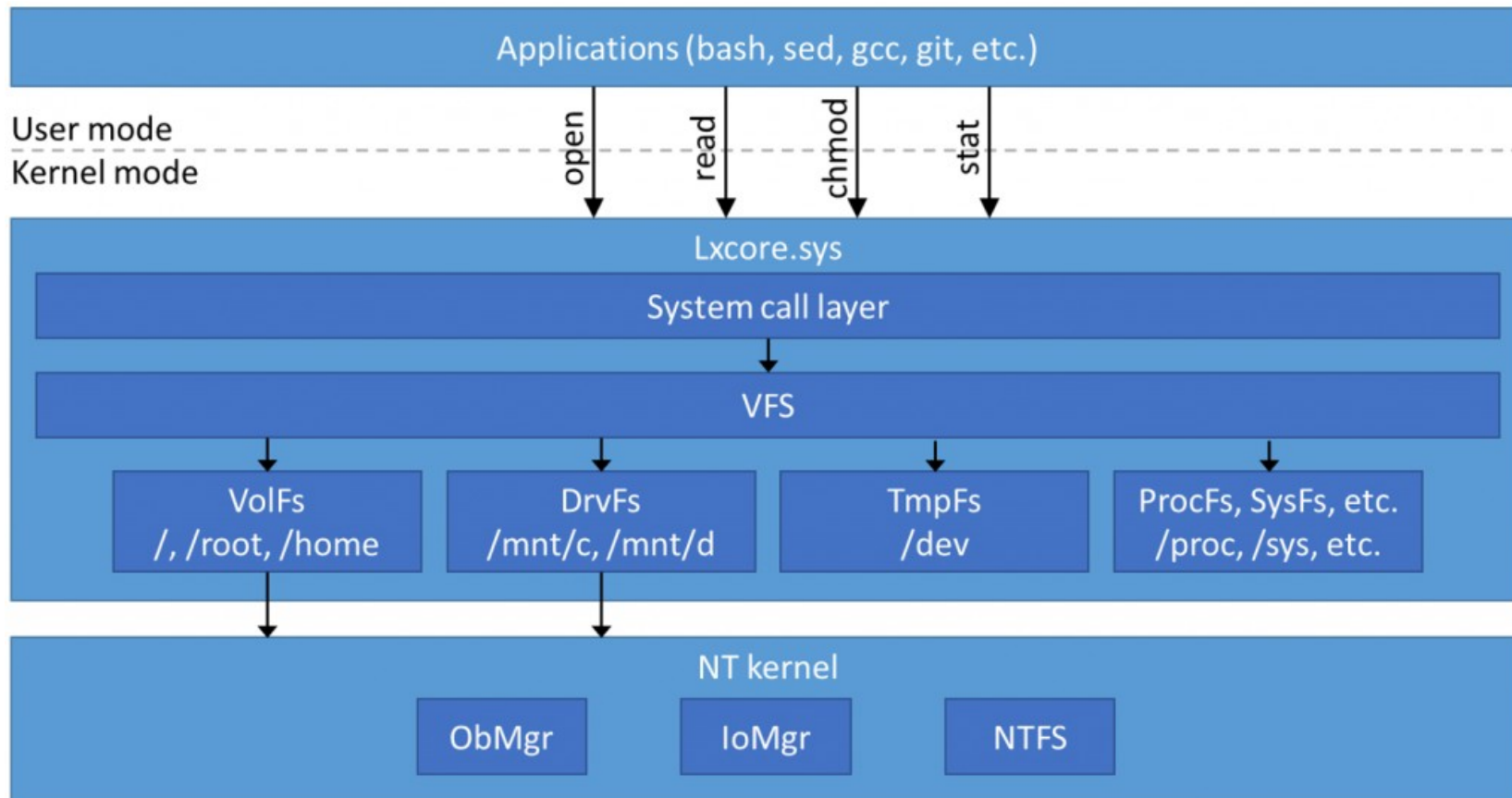
Detalii tehnice: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/06/08/wsl-system-calls/>



Arhitectura WSL (IV)

- “Translatarea” operațiilor cu sistemul de fișiere din Linux în operații cu sistemul de fișiere din Windows

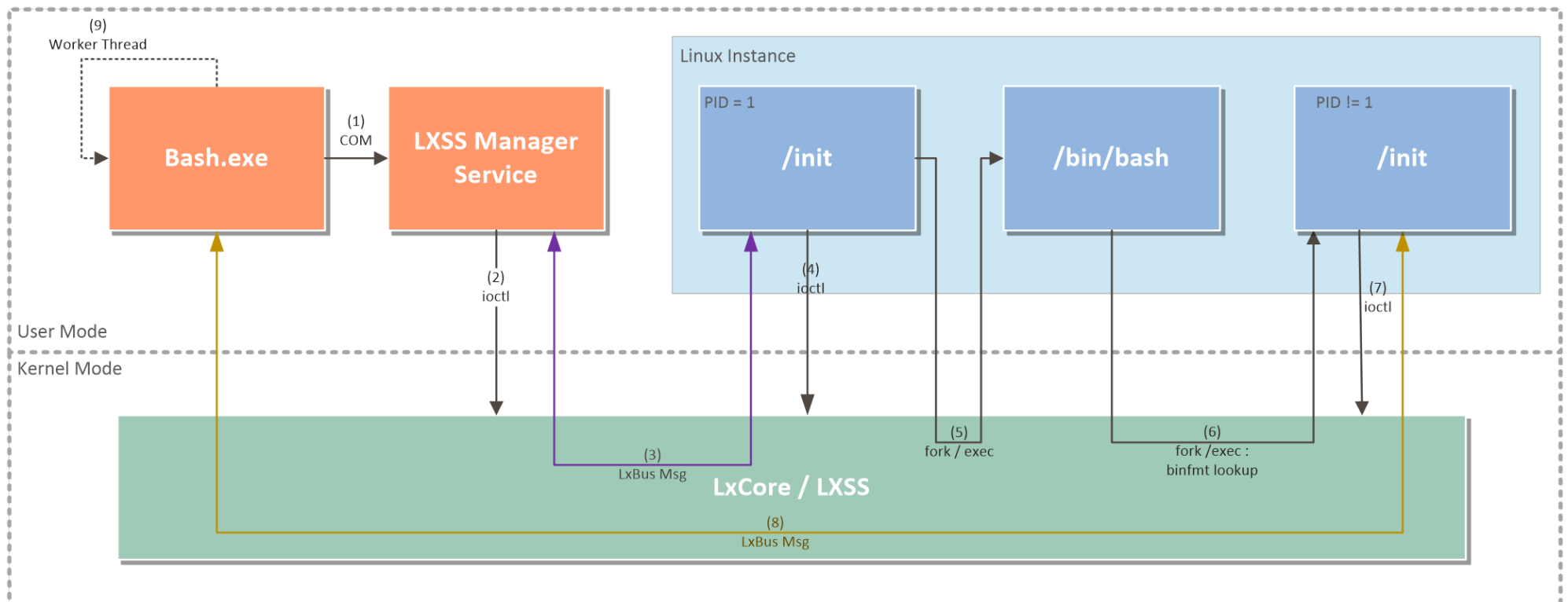
Detalii tehnice: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/06/15/wsl-file-system-support/>



Arhitectura WSL (V)

- “Inter-operabilitatea” WSL cu executabilele Win32
 - disponibilă în Win10 CU (v1703), dar nu și în Win10 AU (v1607)

Detalii tehnice: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/2016/10/19/windows-and-ubuntu-interoperability/>



Comparație: WSL 1 vs Wine

- **Wine** este, similar ca și WSL 1, un “*compatibility layer*” și nu un emulator (i.e., o mașină virtuală), ce permite rularea aplicațiilor Windows pe un sistem Linux, doar că “traducerea” se face în sens opus decât la WSL 1:
 - Wine “traducează” apelurile de sistem de Windows în apeluri de sistem de Linux;
 - Wine “traducează” operațiile cu sistemul de fișiere din Windows în operații cu sistemul de fișiere din Linux.

Detalii despre acest proiect: <https://www.winehq.org/>

A se citi și <https://www.osnews.com/story/133130/proton-has-enabled-7000-windows-games-to-run-on-linux/>

- **Istoric:** dezvoltarea acestei tehnologii a început în anul 1993 și au ajuns la versiunea 1.0 abia în 2008 (<https://www.osnews.com/story/19871/wine-1-0-released/>), iar la versiunea 2.0 în 2017 (<https://www.osnews.com/story/29628/wine-2-0-released/>); apoi progresul s-a accelerat, următoarele versiuni majore fiind lansate respectiv în: ian. 2018 (versiunea 3.0), ian. 2019 (versiunea 4.0), ian. 2020 (versiunea 5.0), ian. 2021 (versiunea 6.0: <https://www.osnews.com/story/132858/wine-6-0-released/>) și ian. 2022 (versiunea 7.0).

Tehnologia viitoare: WSL 2

Noutăți WSL anunțate în 2019: WSL 2

- O arhitectură complet nouă pentru WSL 2, ce utilizează un kernel de Linux, inside of a lightweight utility virtual machine (based on Hyper-V)

Detalii: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/announcing-wsl-2/>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/shipping-a-linux-kernel-with-windows/>

și <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/wsl2-index>

Avantaje: – increased file system performance

– full system call compatibility with POSIX/Linux

Dezavantaje: penalizare de performanță, fiind o mașină virtuală, plus pierderea inter-operabilității între mediile WSL și Windows, ce era disponibilă în WSL 1.

Disponibilitate (în 2019): WSL 2 era disponibil doar prin programul *Windows Insiders*.

Detalii: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/wsl-2-is-now-available-in-windows-insiders/>

[L.E.] WSL 2 a devenit disponibil public în 2020, prin Windows 10 v2004 & 20H2.

Detalii: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/wsl2-will-be-generally-available-in-windows-10-version-2004/>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/whats-new-in-the-windows-subsystem-for-linux-september-2020/>

și <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/install-win10>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/windows-terminal-1-0/>

Detalii despre WSL 2

- Ce este WSL 2?

A se vedea <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/about>

- Comparație între WSL 1 și WSL 2:

A se vedea <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/compare-versions>

- Instalare WSL 2:

A se vedea <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/install>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/install-wsl-with-a-single-command-now-available-in-windows-10-version-2004-and-higher/>

- Comenzi de administrare WSL 2:

A se vedea <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/basic-commands>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/access-linux-filesystems-in-windows-and-wsl-2/>

- Run Linux GUI apps (available only on Windows 11):

A se vedea <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/tutorials/gui-apps>

și <https://devblogs.microsoft.com/commandline/wslg-architecture/>

Bibliografie

- Articolele de pe MSDN:

Indexul lor este la: <https://msdn.microsoft.com/commandline/wsl/about>

- Articolele de pe blogul 'Windows Subsystem for Linux', găzduit pe MSDN (blog "mutat" în prezent pe cel de mai jos):

Indexul lor este la: <https://blogs.msdn.microsoft.com/wsl/>

- Articolele de pe blogul 'Windows Command Line Tools For Developers', găzduit pe MSDN:

Indexul lor este la: <https://devblogs.microsoft.com/commandline/>