



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo

Multiplicación de matrices

TAREA 3

Materia:

Desarrollo De Sistemas Distribuidos

Grupo:

4CV14

Profesor:

Pineda Guerrero Carlos

Alumno:

Castro Cruces Jorge Eduardo

Boleta:

2015080213

Fecha:

Viernes, 17 de septiembre de 2021

1. Desarrollo del programa

En esta tarea cada alumno deberá desarrollar **un solo programa** en Java, el cual calculará el producto de dos matrices cuadradas en forma distribuida sobre cinco nodos.

Sean A, B y C matrices cuadradas con elementos de tipo long, N renglones y N columnas, N par y $C=A \times B$.

Se deberá ejecutar dos casos:

1. N=10, desplegar las matrices A, B y C y el checksum de la matriz C.
2. N=1500, desplegar el checksum de la matriz C.

El checksum de la matriz C se calculará como la suma de todos elementos de la matriz. Para calcular la sumatoria se deberá declarar una variable "checksum" de tipo long.

$$\text{checksum} = \sum C[i][j], i=0, \dots, N-1, j=0, \dots, N-1.$$

Se deberá inicializar las matrices de la siguiente manera:

$$A[i][j] = i + 3*j$$

$$B[i][j] = i - 3*j$$

Donde $A[i][j]$ y $B[i][j]$ son los elementos $A_{i,j}$ y $B_{i,j}$ respectivamente.

El programa deberá ser ejecutado en cinco **máquinas virtuales con Ubuntu** (1 CPU, 1GB de RAM y disco HDD estándar) en cada máquina virtual se pasará como parámetro al programa el número de nodo, a saber: 0, 1, 2, 3 y 4.

El nombre de cada máquina virtual **deberá** ser una letra "M", el número de boleta del alumno, un guion y el número de nodo, por ejemplo, si el número de boleta del alumno es 12345678, entonces el nodo 0 deberá llamarse: M12345678-0, el nodo 1 deberá llamarse M12345678-1, y así sucesivamente. **No se admitirá la tarea** si los nodos no se nombran como se indicó anteriormente.

Recuerden que deben eliminar las máquinas virtuales cuando no las usen, con la finalidad de ahorrar el saldo de sus cuentas de Azure.

¿Cómo realizar la multiplicación de matrices en forma distribuida?

Suponga que divide la matriz A en las matrices A1 y A2. El tamaño de las matrices A1 y A2 es N/2 renglones y N columnas.

La matriz B se divide en las matrices B1 y B2. El tamaño de matrices B1 y B2 es N renglones y N/2 columnas.

Entonces la matriz $C=A \times B$ se compone de las matrices $C1$, $C2$, $C3$ y $C4$, tal como se muestra en la siguiente figura:



Donde:

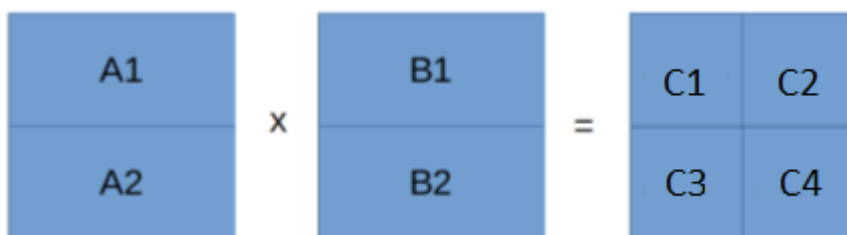
$$C1 = A1 \times B1$$

$$C2 = A1 \times B2$$

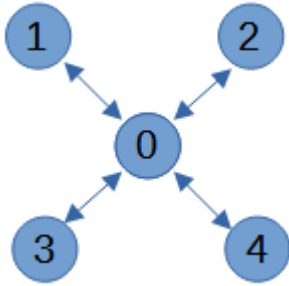
$$C3 = A2 \times B1$$

$$C4 = A2 \times B2$$

Debido a que las matrices se guardan en memoria por renglones, es más eficiente transponer la matriz B y dividirla de la siguiente manera:



Ahora supongamos que tenemos cinco nodos identificados con los números 0, 1, 2, 3 y 4.



Para multiplicar las matrices A y B se deberá implementar los siguientes algoritmos:

Nodo 0

1. Inicializar las matrices A y B.
2. Transponer la matriz B.
3. Enviar la matriz A1 al nodo 1.
4. Enviar la matriz B1 al nodo 1.
5. Enviar la matriz A1 al nodo 2.
6. Enviar la matriz B2 al nodo 2.
7. Enviar la matriz A2 al nodo 3.
8. Enviar la matriz B1 al nodo 3.
9. Enviar la matriz A2 al nodo 4.
10. Enviar la matriz B2 al nodo 4.
11. Recibir la matriz C1 del nodo 1.
12. Recibir la matriz C2 del nodo 2.
13. Recibir la matriz C3 del nodo 3.
14. Recibir la matriz C4 del nodo 4.
15. Calcular el checksum de la matriz C.
16. Desplegar el checksum de la matriz C.
17. Si $N=10$ entonces desplegar las matrices A, B y C

Nodo 1

1. Recibir del nodo 0 la matriz A1.
2. Recibir del nodo 0 la matriz B1.
3. Realizar el producto $C1=A1 \times B1$ (renglón por renglón).
4. Enviar la matriz C1 al nodo 0.

Nodo 2

1. Recibir del nodo 0 la matriz A1.
2. Recibir del nodo 0 la matriz B2.
3. Realizar el producto $C2=A1 \times B2$ (renglón por renglón).
4. Enviar la matriz C2 al nodo 0.

Nodo 3

1. Recibir del nodo 0 la matriz A2.
2. Recibir del nodo 0 la matriz B1.
3. Realizar el producto $C3=A2 \times B1$ (renglón por renglón).
4. Enviar la matriz C3 al nodo 0.

Nodo 4

1. Recibir del nodo 0 la matriz A2.
2. Recibir del nodo 0 la matriz B2.
3. Realizar el producto $C4=A2 \times B2$ (renglón por renglón).
4. Enviar la matriz C4 al nodo 0.

Notar que en el paso 3 del procedimiento que ejecuta en los nodos 1, 2, 3 y 4, el producto de matrices (renglón por renglón) se debe realizar intercambiando los índices de la matriz B, tal como se hizo en el programa [MultiplicaMatriz_2.java](#).

Se deberá subir a la plataforma un archivo ZIP que contenga el código fuente del programa desarrollado y un documento PDF con portada, las capturas de pantalla de la compilación y ejecución del programa. El archivo PDF deberá incluir una descripción de cada captura de pantalla y conclusiones.

Se deberá subir a la plataforma un archivo PDF que incluya: portada, **captura de pantalla de la creación de la primera máquina virtual** (nodo 0), captura de pantalla de la compilación, y captura de pantalla de la ejecución del programa en la primera máquina virtual (nodo 0), el código fuente del programa desarrollado (como texto no como imagen) y conclusiones. El archivo PDF deberá incluir una descripción de cada captura de pantalla.

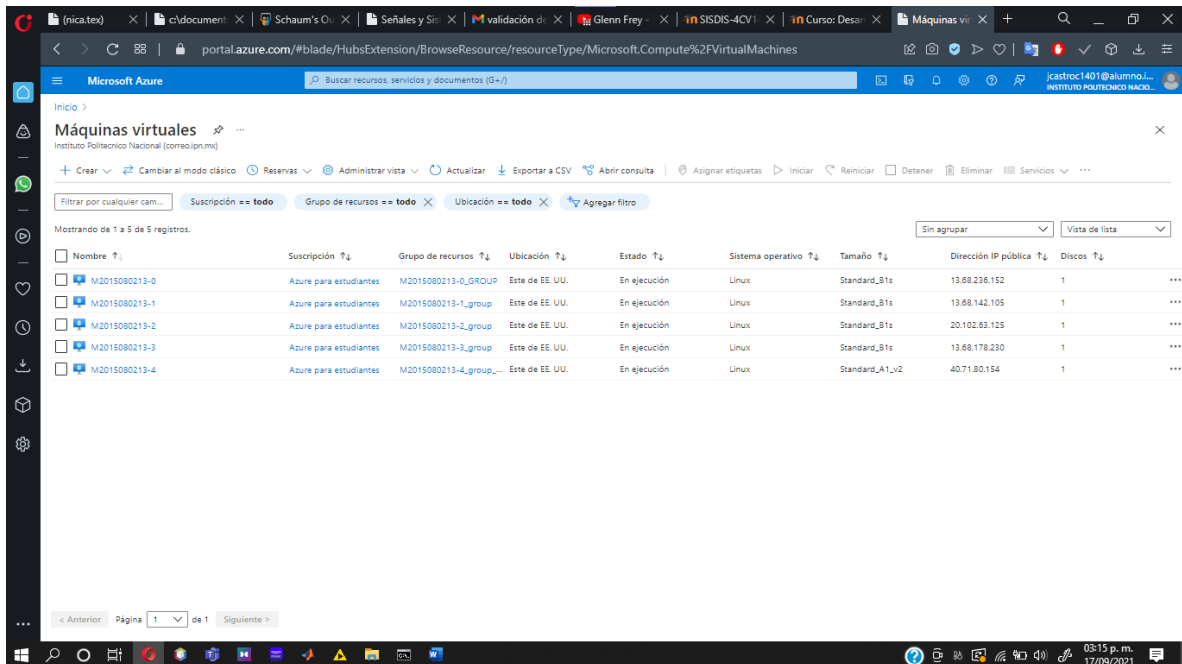
No se admitirá la tarea si no incluye todas las capturas de pantalla correspondientes a la creación de la primera máquina virtual (nodo 0).

La tarea **solo se admitirá** si el programa obtiene los resultados correctos para $N=10$ y para $N=1500$.

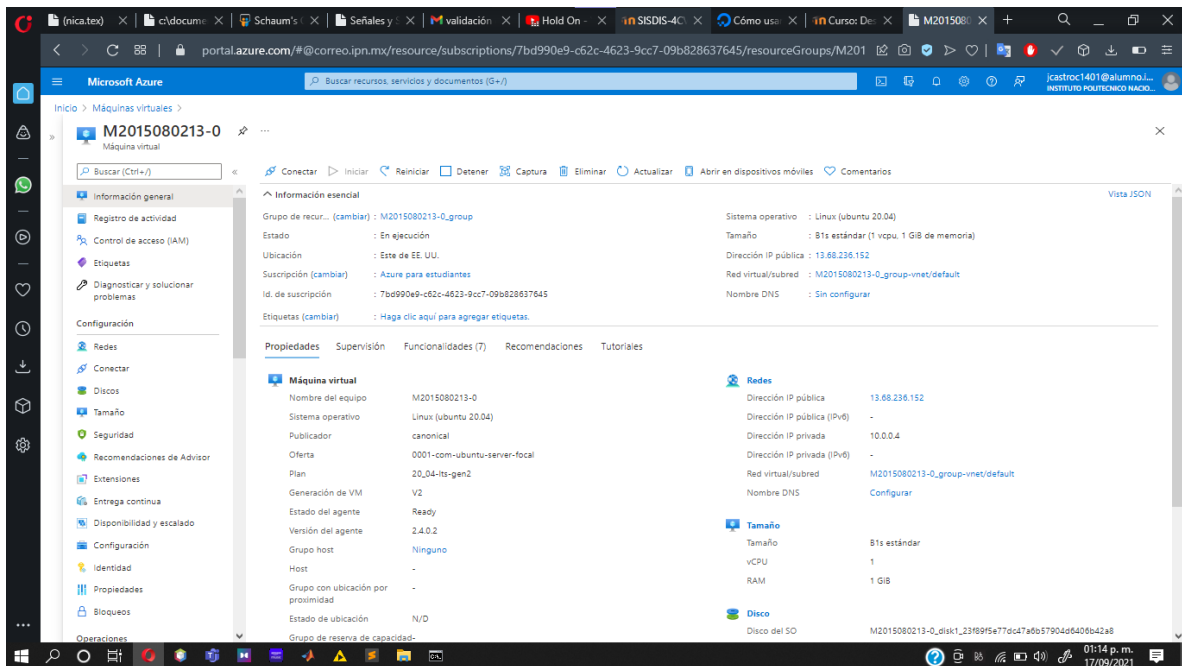
Valor de la tarea: 20% (1.4 puntos de la primera evaluación parcial)

2. Pruebas de escritorio

Primero, creamos las 5 máquinas virtuales con sistema Operativo Linux Ubuntu 20.04 en la plataforma de Azure:



Después, se configuró la regla de acceso a la Máquina 0, que funcionó como servidor de los demás nodos:



Pasamos a la configuración del servidor mediante la conexión por SSH en consola:

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19043.1163]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\georg>ssh eduardocastro15@13.68.236.152
The authenticity of host '13.68.236.152 (13.68.236.152)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:Dqr3ExvPsdauxQa50sXwTmTunvvyk+hl99T6m/HXk.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '13.68.236.152' (ECDSA) to the list of known hosts.
eduardocastro15@13.68.236.152's password:
Welcome to Ubuntu 20.04.3 LTS (GNU/Linux 5.8.0-1041-azure x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

System information as of Fri Sep 17 18:15:17 UTC 2021

System load:  0.0          Processes:    105
Usage of /:   4.6% of 28.90GB Users logged in:    0
Memory usage: 26%         IPv4 address for eth0: 10.0.0.4
Swap usage:   0%

1 update can be applied immediately.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

The list of available updates is more than a week old.
To check for new updates run: sudo apt update

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

To run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".
See "man sudo_root" for details.

eduardocastro15@2015080213-0:~$ java

Command 'java' not found, but can be installed with:

sudo apt install openjdk-11-jre-headless # version 11.0.11-9-0ubuntu2~20.04, or
sudo apt install default-jre             # version 2:1.11-72
sudo apt install openjdk-16-jre-headless # version 16.0.1+9-1~20.04
sudo apt install openjdk-8-jre-headless  # version 8u292-b10-0ubuntu1~20.04
sudo apt install openjdk-13-jre-headless # version 13.0.7+5-0ubuntu1~20.04
```

Se actualizó el sistema mediante el comando: sudo apt-get update

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
eduardocastro15@2015080213-0:~$ sudo apt-get update
Hit:1 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:2 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [114 kB]
Get:3 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [101 kB]
Get:4 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [114 kB]
Get:5 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 Packages [8628 kB]
Get:6 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe Translation-en [5124 kB]
Get:7 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 c-n-f Metadata [265 kB]
Get:8 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse amd64 Packages [144 kB]
Get:9 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse Translation-en [104 kB]
Get:10 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse amd64 c-n-f Metadata [9136 B]
Get:11 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [1214 kB]
Get:12 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main Translation-en [259 kB]
Get:13 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 c-n-f Metadata [14.3 kB]
Get:14 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted amd64 Packages [443 kB]
Get:15 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted Translation-en [63.5 kB]
Get:16 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted amd64 c-n-f Metadata [504 B]
Get:17 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe amd64 Packages [855 kB]
Get:18 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe Translation-en [182 kB]
Get:19 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe amd64 c-n-f Metadata [18.9 kB]
Get:20 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse amd64 Packages [24.6 kB]
Get:21 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse Translation-en [6776 B]
Get:22 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse amd64 c-n-f Metadata [620 B]
Get:23 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main amd64 Packages [2568 B]
Get:24 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main Translation-en [1120 B]
Get:25 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main amd64 c-n-f Metadata [400 B]
Get:26 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/restricted amd64 c-n-f Metadata [116 B]
Get:27 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe amd64 Packages [5800 B]
Get:28 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe Translation-en [2068 B]
Get:29 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe amd64 c-n-f Metadata [276 B]
Get:30 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/multiverse amd64 c-n-f Metadata [116 B]
Get:31 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [867 kB]
Get:32 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main Translation-en [167 kB]
Get:33 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 c-n-f Metadata [8712 B]
Get:34 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted amd64 Packages [406 kB]
Get:35 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted Translation-en [58.3 kB]
Get:36 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted amd64 c-n-f Metadata [508 B]
Get:37 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe amd64 Packages [639 kB]
Get:38 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe Translation-en [102 kB]
Get:39 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe amd64 c-n-f Metadata [12.4 kB]
Get:40 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse amd64 Packages [21.9 kB]
Get:41 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse Translation-en [4948 B]
Get:42 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse amd64 c-n-f Metadata [540 B]
Fetched 20.0 MB in 4s (5118 kB/s)
Reading package lists... Done
eduardocastro15@2015080213-0:~$ sudo apt-get install openjdk-8-jdk
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```


Se instalo el JDK 16 para poder ocmplar y ejecutar codigo de Java

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
eduardocastro15@2015080213-0:~$ sudo apt-get update
Hit:1 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:2 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [114 kB]
Get:3 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [101 kB]
Get:4 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [114 kB]
Get:5 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 Packages [8628 kB]
Get:6 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe Translation-en [5124 kB]
Get:7 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 c-n-f Metadata [265 kB]
Get:8 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse amd64 Packages [144 kB]
Get:9 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse Translation-en [104 kB]
Get:10 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/multiverse amd64 c-n-f Metadata [9136 B]
Get:11 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [1214 kB]
Get:12 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main Translation-en [259 kB]
Get:13 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 c-n-f Metadata [14.3 kB]
Get:14 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted amd64 Packages [443 kB]
Get:15 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted Translation-en [63.5 kB]
Get:16 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted amd64 c-n-f Metadata [504 B]
Get:17 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe amd64 Packages [855 kB]
Get:18 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe Translation-en [102 kB]
Get:19 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/universe amd64 c-n-f Metadata [18.9 kB]
Get:20 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse amd64 Packages [24.6 kB]
Get:21 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse Translation-en [6776 B]
Get:22 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/multiverse amd64 c-n-f Metadata [620 B]
Get:23 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main amd64 Packages [2568 B]
Get:24 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main Translation-en [1120 B]
Get:25 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/main amd64 c-n-f Metadata [400 B]
Get:26 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/restricted amd64 c-n-f Metadata [116 B]
Get:27 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe amd64 Packages [3800 B]
Get:28 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe Translation-en [2068 B]
Get:29 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/universe amd64 c-n-f Metadata [276 B]
Get:30 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports/multiverse amd64 c-n-f Metadata [116 B]
Get:31 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [867 kB]
Get:32 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main Translation-en [167 kB]
Get:33 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 c-n-f Metadata [8712 B]
Get:34 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted amd64 Packages [406 kB]
Get:35 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted Translation-en [59.3 kB]
Get:36 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/restricted amd64 c-n-f Metadata [508 B]
Get:37 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe amd64 Packages [639 kB]
Get:38 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe Translation-en [102 kB]
Get:39 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/universe amd64 c-n-f Metadata [12.4 kB]
Get:40 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse amd64 Packages [21.9 kB]
Get:41 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse Translation-en [4948 B]
Get:42 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/multiverse amd64 c-n-f Metadata [540 B]
Fetched 20.0 MB in 4s (5118 kB/s)
Reading package lists... Done
eduardocastro15@2015080213-0:~$ sudo apt-get install openjdk-8-jdk
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```

Se cerró la conexión para poder enviar el programa mediante sftp

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - sftp eduardocastro15@13.68.236.152
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/serialver to provide /usr/bin/serialver (serialver) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/jfr to provide /usr/bin/jfr (jfr) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/wsgen to provide /usr/bin/wsgen (wsgen) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/jcmd to provide /usr/bin/jcmd (jcmd) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/jarsigner to provide /usr/bin/jarsigner (jarsigner) in auto mode
Setting up libgtk2.0-0:amd64 (2.24.32-4ubuntu4) ...
Setting up openjdk-8-jre:amd64 (8u292-b10-0ubuntu1~20.04) ...
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/jre/bin/policytool to provide /usr/bin/policytool (policytool) in auto mode
Setting up humanity-icon-theme (0.6.15) ...
Setting up libgail18:amd64 (2.24.32-4ubuntu4) ...
Setting up libgtk2.0-bin (2.24.32-4ubuntu4) ...
Setting up openjdk-8-jdk:amd64 (8u292-b10-0ubuntu1~20.04) ...
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/appletviewer to provide /usr/bin/appletviewer (appletviewer) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/bin/jconsole to provide /usr/bin/jconsole (jconsole) in auto mode
Setting up libgail-common:amd64 (2.24.32-4ubuntu4) ...
Setting up ubuntu-mono (19.04-0ubuntu3) ...
Processing triggers for systemd (245.4-4ubuntu3.11) ...
Processing triggers for man-db (2.9.1-1) ...
Processing triggers for ca-certificates (20210119~20.04.1) ...
Updating certificates in /etc/ssl/certs...
0 added, 0 removed; done.
Running hooks in /etc/ca-certificates/update.d...
done.
Processing triggers for mime-support (3.6.4ubuntu1) ...
Processing triggers for libc-bin (2.31-0ubuntu9.2) ...
Processing triggers for libgdk-pixbuf2.0-0:amd64 (2.40.0+dfsg-3ubuntu0.2) ...
eduardocastro15@2015080213-0:~$ java -version
openjdk version "1.8.0_292"
OpenJDK Runtime Environment (build 1.8.0_292-b10-0ubuntu1~20.04-b10)
OpenJDK 64-Bit Server VM (build 25.292-b10, mixed mode)
eduardocastro15@2015080213-0:~$ exit
logout
Connection to 13.68.236.152 closed.

C:\Users\georg>sftp eduardocastro15@13.68.236.152
eduardocastro15@13.68.236.152's password:
Connected to 13.68.236.152.
sftp> pwd
Remote working directory: /home/eduardocastro15
sftp> ls
sftp> put C:\Users\georg\Desktop\ESCOM\8vo Semestre\Distribuidos\Tareas\Tarea3\Matriz.java
stat C:\Users\georg\Desktop\ESCOM\8vo Semestre\Distribuidos\Tareas\Tarea3\Matriz.java: No such file or directory
sftp> put Matriz.java
stat Matriz.java: No such file or directory
sftp> put "C:\Users\georg\Desktop\ESCOM\8vo Semestre\Distribuidos\Tareas\Tarea3\Matriz.java"
Uploading C:\Users\georg\Desktop\ESCOM\8vo Semestre\Distribuidos\Tareas\Tarea3\Matriz.java to /home/eduardocastro15/Matriz.java
C:\Users\georg\Desktop\ESCOM\8vo Semestre\Distribuidos\Tareas\Tarea3\Matriz.java
sftp>
```

Una vez hecho lo anterior, procedemos a la compilación y ejecución del programa con **N=10**, pasando como parámetros el número del nodo y la ip del servidor:

```
eduardocastro15@M2015080213-0:~$ javac Matriz.java
eduardocastro15@M2015080213-0:~$ java Matriz 0 13.68.236.152

Matriz A...
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
1 4 7 10 13 16 19 22 25 28
2 5 8 11 14 17 20 23 26 29
3 6 9 12 15 18 21 24 27 30
4 7 10 13 16 19 22 25 28 31
5 8 11 14 17 20 23 26 29 32
6 9 12 15 18 21 24 27 30 33
7 10 13 16 19 22 25 28 31 34
8 11 14 17 20 23 26 29 32 35
9 12 15 18 21 24 27 30 33 36

Matriz B 'Transpuesta'...
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3
-15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9
-21 -20 -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12
-24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15
-27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18

Esperando por conexiones de los nodos...

Nodo 1 conectado...
Matriz A1 enviada al nodo 1...
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
1 4 7 10 13 16 19 22 25 28
2 5 8 11 14 17 20 23 26 29
3 6 9 12 15 18 21 24 27 30
4 7 10 13 16 19 22 25 28 31

Matriz B1 enviada al nodo 1...
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3

Matriz C1 recibida del nodo 1...
855 450 45 -360 -765 0 0 0 0 0
```

```
990 495 0 -495 -990 0 0 0 0 0
1035 510 -15 -540 -1065 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Conexion finalizada con el nodo: 1

Nodo 2 conectado...
Matriz A1 enviada al nodo 2...
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27
1 4 7 10 13 16 19 22 25 28
2 5 8 11 14 17 20 23 26 29
3 6 9 12 15 18 21 24 27 30
4 7 10 13 16 19 22 25 28 31

Matriz B2 enviada al nodo 2...
-15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9
-21 -20 -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12
-24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15
-27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18

Matriz C2 recibida del nodo 2...
855 450 45 -360 -765 -1170 -1575 -1980 -2385 -2790
900 465 30 -405 -840 -1275 -1710 -2145 -2580 -3015
945 480 15 -450 -915 -1380 -1845 -2310 -2775 -3240
990 495 0 -495 -990 -1485 -1980 -2475 -2970 -3465
1035 510 -15 -540 -1065 -1590 -2115 -2640 -3165 -3690
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Conexion finalizada con el nodo: 2

Nodo 3 conectado...
Matriz A2 enviada al nodo 3...
5 8 11 14 17 20 23 26 29 32
6 9 12 15 18 21 24 27 30 33
7 10 13 16 19 22 25 28 31 34
```

```
eduardocastro15@M2015080213-0: ~  
7 10 13 16 19 22 25 28 31 34  
8 11 14 17 20 23 26 29 32 35  
9 12 15 18 21 24 27 30 33 36  
  
Matriz B1 enviada al nodo 3...  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6  
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3  
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0  
-12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3  
  
Matriz C3 recibida del nodo 3...  
855 450 45 -360 -765 -1170 -1575 -1980 -2385 -2790  
900 465 30 -405 -840 -1275 -1710 -2145 -2580 -3015  
945 480 15 -450 -915 -1380 -1845 -2310 -2775 -3240  
990 495 0 -495 -990 -1485 -1980 -2475 -2970 -3465  
1035 510 -15 -540 -1065 -1590 -2115 -2640 -3165 -3690  
1080 525 -30 -585 -1140 -1695 -2250 -2805 -3360 -3915  
1125 540 -45 -630 -1215 -1800 -2385 -2970 -3555 -4140  
1170 555 -60 -675 -1290 -1905 -2520 -3135 -3750 -4365  
1215 570 -75 -720 -1365 -2010 -2655 -3300 -3945 -4590  
1260 585 -90 -765 -1440 -2115 -2790 -3465 -4140 -4815  
  
Conexion finalizada con el nodo: 3  
  
Nodo 4 conectado...  
Matriz A2 enviada al nodo 4...  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
6 9 12 15 18 21 24 27 30 33  
7 10 13 16 19 22 25 28 31 34  
8 11 14 17 20 23 26 29 32 35  
9 12 15 18 21 24 27 30 33 36  
  
Matriz B2 enviada al nodo 4...  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6  
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3  
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0  
-12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3  
-15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6  
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9  
-21 -20 -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12  
-24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15  
-27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18  
  
Matriz C4 recibida del nodo 4...  
855 450 45 -360 -765 -1170 -1575 -1980 -2385 -2790  
900 465 30 -405 -840 -1275 -1710 -2145 -2580 -3015  
945 480 15 -450 -915 -1380 -1845 -2310 -2775 -3240  
990 495 0 -495 -990 -1485 -1980 -2475 -2970 -3465  
1035 510 -15 -540 -1065 -1590 -2115 -2640 -3165 -3690  
1080 525 -30 -585 -1140 -1695 -2250 -2805 -3360 -3915
```

```
eduardocastro15@M2015080213-0: ~  
1125 540 -45 -630 -1215 -1800 -2385 -2970 -3555 -4140  
1170 555 -60 -675 -1290 -1905 -2520 -3135 -3750 -4365  
1215 570 -75 -720 -1365 -2010 -2655 -3300 -3945 -4590  
1260 585 -90 -765 -1440 -2115 -2790 -3465 -4140 -4815  
  
Conexion finalizada con el nodo: 4  
Fin de las conexiones con los nodos...  
Checksum: -137250  
  
Matriz A...  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12  
4 5 6 7 8 9 10 11 12 13  
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14  
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15  
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16  
8 9 10 11 12 13 14 15 16 17  
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18  
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20  
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21  
13 14 15 16 17 18 19 20 21 22  
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23  
15 16 17 18 19 20 21 22 23 24  
16 17 18 19 20 21 22 23 24 25  
17 18 19 20 21 22 23 24 25 26  
18 19 20 21 22 23 24 25 26 27  
19 20 21 22 23 24 25 26 27 28  
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29  
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30  
22 23 24 25 26 27 28 29 30 31  
23 24 25 26 27 28 29 30 31 32  
24 25 26 27 28 29 30 31 32 33  
25 26 27 28 29 30 31 32 33 34  
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35  
27 28 29 30 31 32 33 34 35 36  
  
Matriz B...  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
-3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6  
-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3  
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0  
-12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3  
-15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6  
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9  
-21 -20 -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12  
-24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15  
-27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18  
  
Matriz C = A x B...  
855 450 45 -360 -765 -1170 -1575 -1980 -2385 -2790  
900 465 30 -405 -840 -1275 -1710 -2145 -2580 -3015  
945 480 15 -450 -915 -1380 -1845 -2310 -2775 -3240  
990 495 0 -495 -990 -1485 -1980 -2475 -2970 -3465  
1035 510 -15 -540 -1065 -1590 -2115 -2640 -3165 -3690  
1080 525 -30 -585 -1140 -1695 -2250 -2805 -3360 -3915  
1125 540 -45 -630 -1215 -1800 -2385 -2970 -3555 -4140  
1170 555 -60 -675 -1290 -1905 -2520 -3135 -3750 -4365  
1215 570 -75 -720 -1365 -2010 -2655 -3300 -3945 -4590  
1260 585 -90 -765 -1440 -2115 -2790 -3465 -4140 -4815  
  
eduardocastro15@M2015080213-0:~$
```

Una vez hecho lo anterior, procedemos a la compilación y ejecución del programa con **N=1500**, pasando como parámetros el número del nodo y la ip del servidor:

```
eduardocastro15@M2015080213-0: ~$ nano Matriz.java
eduardocastro15@M2015080213-0: ~$ javac Matriz.java
eduardocastro15@M2015080213-0: ~$ java Matriz 0 13.68.236.152

Esperando por conexiones de los nodos...
Conexion finalizada con el nodo: 1
Conexion finalizada con el nodo: 2
Conexion finalizada con el nodo: 3
Conexion finalizada con el nodo: 4
Fin de las conexiones con los nodos...
Checksum: -13268820093750000
eduardocastro15@M2015080213-0: ~$
```

3. Conclusiones

En esta práctica aprendí a crear máquinas virtuales en la plataforma de Azure utilizando el sistema operativo Linux de Ubuntu Asimismo para crear reglas de acceso para habilitar y deshabilitar puertos de entrada de comunicación.

Por otra parte, también aprendí a desarrollar e implementar un programa cliente servidor para poder distribuirla tarea de una multiplicación de matrices cuadrada. también confirme el dato teórico de qué es más ventajoso aprovechar la caché de los procesadores aplicando la operación inversa en una matriz con el fin de que la memoria caché pueda acceder más rápidamente a la memoria mediante la extracción de la fila de la matriz en vez de la forma tradicional.

también aprendí a transferir archivos mediante con sólo utilizando el protocolo SFTP y a manejar algunos de sus principales comandos como put y get.

Por último, se logró el objetivo principal que es utilizar la herramienta Azure para la creación y administración de máquinas virtuales.