

يُحاكي البرنامج توزيع الأدوية أو الموارد إلى **صيدليات وعيادات** ضمن محافظة ما، حيث يتم توزيع المهام (أماكن التوصيل) بين عدة عمليات (Workers) تعمل بالتوازي. يقوم البرنامج بما يلي:

1. إدخال عدد الصيدليات والعيادات، وزمن التوصيل المتوسط.
2. توزيع المهام على العمليات المشاركة بالتساوي.
3. تنفيذ مهام التوصيل لكل موقع عبر `Thread.Sleep` لمحاكاة الزمن.
4. تسجيل الزمن المستغرق لكل عملية.
5. إرسال الأزمان إلى العملية الرئيسية (التي رتبها 0) لحساب الزمن الموازي الإجمالي.

## شرح الأقسام المهمة من الكود

### MPI تهيئة بيئة

```
using (new MPI.Environment(ref args))
{
    Intracommunicator comm = Communicator.world;
    int rank = comm.Rank;
    int size = comm.Size;
```

- **MPI.Environment:** يُهيئ البيئة الخاصة بـ MPI.
- **Communicator.world:** يستخدم جميع العمليات في الـ communicator العالمي.
- **Rank:** رقم العملية (worker).
- **size:** عدد العمليات المشاركة.

إدخال البيانات (فقط في العملية رقم 0)

```
if (rank == 0)
{
    Console.WriteLine("Enter the number of pharmacies in the
province:");
    numPharmacies = int.Parse(Console.ReadLine());

    Console.WriteLine("Enter the number of clinics in the province:");
    numClinics = int.Parse(Console.ReadLine());

    Console.WriteLine("Enter the average distribution time (in
seconds) per pharmacy or clinic:");
    averageDistributionTime = double.Parse(Console.ReadLine());
}
```

إرسال البيانات لجميع العمليات

```
comm.Broadcast(ref numPharmacies, 0);
comm.Broadcast(ref numClinics, 0);
comm.Broadcast(ref averageDistributionTime, 0);
```

- يتم بث القيم المُدخلة إلى جميع العمليات باستخدام Broadcast.

إنشاء قائمة الأماكن (صيدليات + عيادات)

```
for (int i = 0; i < numPharmacies; i++) locations.Add($"Pharmacy {i + 1}");
for (int i = 0; i < numClinics; i++) locations.Add($"Clinic {i + 1}");
```

- يتم بناء قائمة بجميع المواقع المطلوب التوزيع إليها.

## توزيع المهام على العمليات

```
for (int i = rank; i < totalSites; i += size)
{
    assignedSites.Add(locations[i]);
}
```

- كل عملية تأخذ كل N-th عنصر حسب rank.
- مثال: عملية رقم 1 تحصل على العناصر 1، 5، 9... إذا كان size = 4.

## بدء المؤقت ومزامنة العمليات

```
Stopwatch globalTimer = new Stopwatch();
comm.Barrier();
globalTimer.Start();
```

- يتم تزامن العمليات باستخدام Barrier قبل بدء المؤقت لضمان انطلاق جميع العمليات معاً.

## تنفيذ المهام ومحاكاة الزمن

```
foreach (var site in assignedSites)
{
    Thread.Sleep((int)(fixedProcessingTime * 1000));
}
```

- يتم الانتظار (محاكاة) حسب زمن التوصيل.
- يُسجل وقت البدء والانتهاء ويُطبع على الشاشة.

## إرسال الزمن النهائي للعملية الرئيسية

```
if (rank == 0)
```

```

    }

    allTimes[i] = comm.Receive<double>(i, 0);
}
else
{
    comm.Send(totalTime, 0, 0);
}

```

- العملية 0 تستقبل أوقات التنفيذ من العمليات الأخرى.
- تُحسب أعلى قيمة كـ "الزمن الموازي" الإجمالي.

#### الطباعة النهائية (التقرير)

```
Console.WriteLine("\n=== FINAL REPORT ===");
```

- فقط العملية 0 تطبع تقرير عدد المواقع والعمال والزمن الكلي.

## المقارنة بين 4 موزعين (تفرع) و موزع 1 (تسلسل)

الحالة الأولى وجود 4 موزعين

Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe

— □ ×

Microsoft Windows [Version 10.0.19043.867]

(c) 2020 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\User\Documents\Visual Studio 2012\Projects\ppp\ppp\bin\Debug>mpiexec -n 4 ppp.exe

Enter the number of pharmacies in the province:

6

Enter the number of clinics in the province:

6

Enter the average distribution time (in seconds) per pharmacy or clinic:

2

[0.015] Worker 0 STARTED Pharmacy 1 (Duration: 2.00s)

[0.016] Worker 1 STARTED Pharmacy 2 (Duration: 2.00s)

[0.016] Worker 3 STARTED Pharmacy 4 (Duration: 2.00s)

[0.016] Worker 2 STARTED Pharmacy 3 (Duration: 2.00s)

[2.069] Worker 3 FINISHED Pharmacy 4

[2.069] Worker 3 STARTED Clinic 2 (Duration: 2.00s)

[2.069] Worker 2 FINISHED Pharmacy 3

[2.069] Worker 1 FINISHED Pharmacy 2

[2.069] Worker 0 FINISHED Pharmacy 1

[2.213] Worker 2 STARTED Clinic 1 (Duration: 2.00s)

[2.213] Worker 1 STARTED Pharmacy 6 (Duration: 2.00s)

[2.212] Worker 0 STARTED Pharmacy 5 (Duration: 2.00s)

[4.070] Worker 3 FINISHED Clinic 2

[4.070] Worker 3 STARTED Clinic 6 (Duration: 2.00s)

[4.220] Worker 2 FINISHED Clinic 1

[4.219] Worker 0 FINISHED Pharmacy 5

[4.220] Worker 1 FINISHED Pharmacy 6

[4.220] Worker 2 STARTED Clinic 5 (Duration: 2.00s)

[4.219] Worker 0 STARTED Clinic 3 (Duration: 2.00s)

[4.220] Worker 1 STARTED Clinic 4 (Duration: 2.00s)

[6.070] Worker 3 FINISHED Clinic 6

[6.220] Worker 0 FINISHED Clinic 3

[6.220] Worker 2 FINISHED Clinic 5

[6.221] Worker 1 FINISHED Clinic 4

=== FINAL REPORT ===

Total sites distributed: 12

Number of workers: 4

Total parallel execution time: 6.221 seconds

## الحالة الثانية وجود موزع واحد

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
C:\Users\User\Documents\Visual Studio 2012\Projects\ppp\ppp\bin\Debug>mpiexec -n 1 ppp.exe
Enter the number of pharmacies in the province:
6
Enter the number of clinics in the province:
6
Enter the average distribution time (in seconds) per pharmacy or clinic:
2
[0.000] Worker 0 STARTED Pharmacy 1 (Duration: 2.00s)
[2.088] Worker 0 FINISHED Pharmacy 1
[2.088] Worker 0 STARTED Pharmacy 2 (Duration: 2.00s)
[4.089] Worker 0 FINISHED Pharmacy 2
[4.089] Worker 0 STARTED Pharmacy 3 (Duration: 2.00s)
[6.090] Worker 0 FINISHED Pharmacy 3
[6.090] Worker 0 STARTED Pharmacy 4 (Duration: 2.00s)
[8.091] Worker 0 FINISHED Pharmacy 4
[8.091] Worker 0 STARTED Pharmacy 5 (Duration: 2.00s)
[10.092] Worker 0 FINISHED Pharmacy 5
[10.092] Worker 0 STARTED Pharmacy 6 (Duration: 2.00s)
[12.093] Worker 0 FINISHED Pharmacy 6
[12.093] Worker 0 STARTED Clinic 1 (Duration: 2.00s)
[14.095] Worker 0 FINISHED Clinic 1
[14.095] Worker 0 STARTED Clinic 2 (Duration: 2.00s)
[16.098] Worker 0 FINISHED Clinic 2
[16.098] Worker 0 STARTED Clinic 3 (Duration: 2.00s)
[18.103] Worker 0 FINISHED Clinic 3
[18.103] Worker 0 STARTED Clinic 4 (Duration: 2.00s)
[20.104] Worker 0 FINISHED Clinic 4
[20.104] Worker 0 STARTED Clinic 5 (Duration: 2.00s)
[22.105] Worker 0 FINISHED Clinic 5
[22.105] Worker 0 STARTED Clinic 6 (Duration: 2.00s)
[24.115] Worker 0 FINISHED Clinic 6

=== FINAL REPORT ===
Total sites distributed: 12
Number of workers: 1
Total parallel execution time: 24.115 seconds

C:\Users\User\Documents\Visual Studio 2012\Projects\ppp\ppp\bin\Debug>
```

تنويه : هذه الشرح للكود هو شرح مختصر ولا يشمل كامل الكود .