# البرمجة التفرعية باستخدام الـ MPI ضمن بيئة الـ VS2010

## 1 مفردات الجلسة:

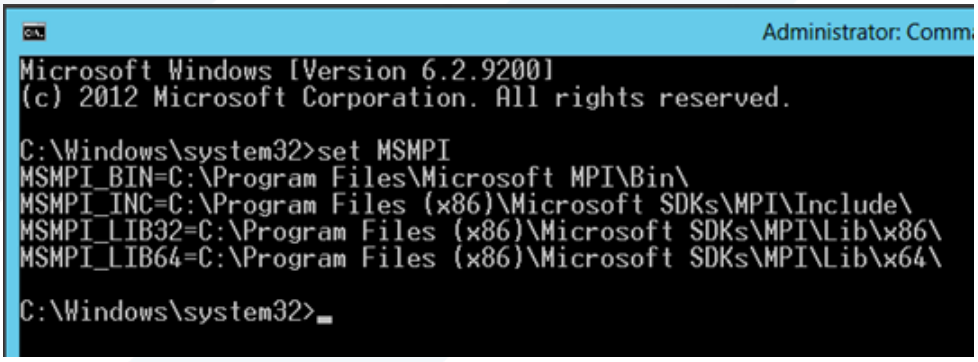
- ✓ الأدوات البرمجية المطلوبة
- ✓ مقدمة عن استعمال الـ MPI والتوابع الرئيسية
- ✓ تدريب عملي

## 2 الأدوات البرمجية المطلوبة:

- ✓ تثبيت الـ MPI ضمن بيئة الـ VS2010:

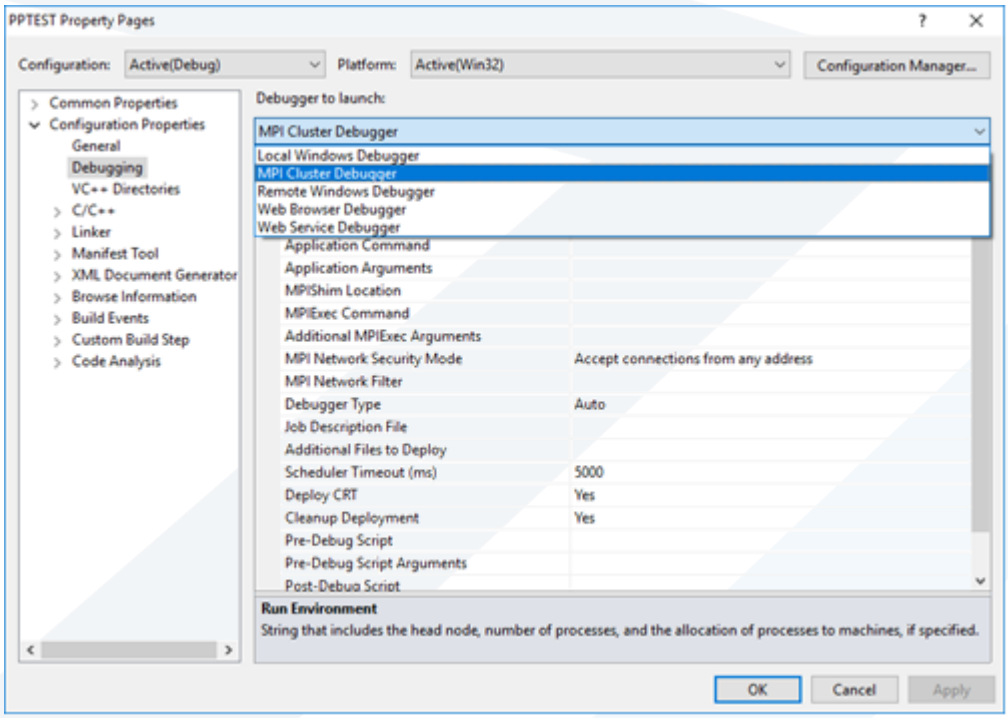
من أجل استخدام البرمجة التفرعية MPI ضمن بيئة الـ VS2010 يجب إتباع الخطوات التالية:

1. تنزيل وتثبيت الحزمة MS-MPI SDK and Redist installers، والتي يمكن الحصول عليها من الرابط التالي: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb524831.aspx
2. إعداد بارامترات الـ MPI ضمن متغيرات نظام التشغيل كما هو موضح بالشكل:

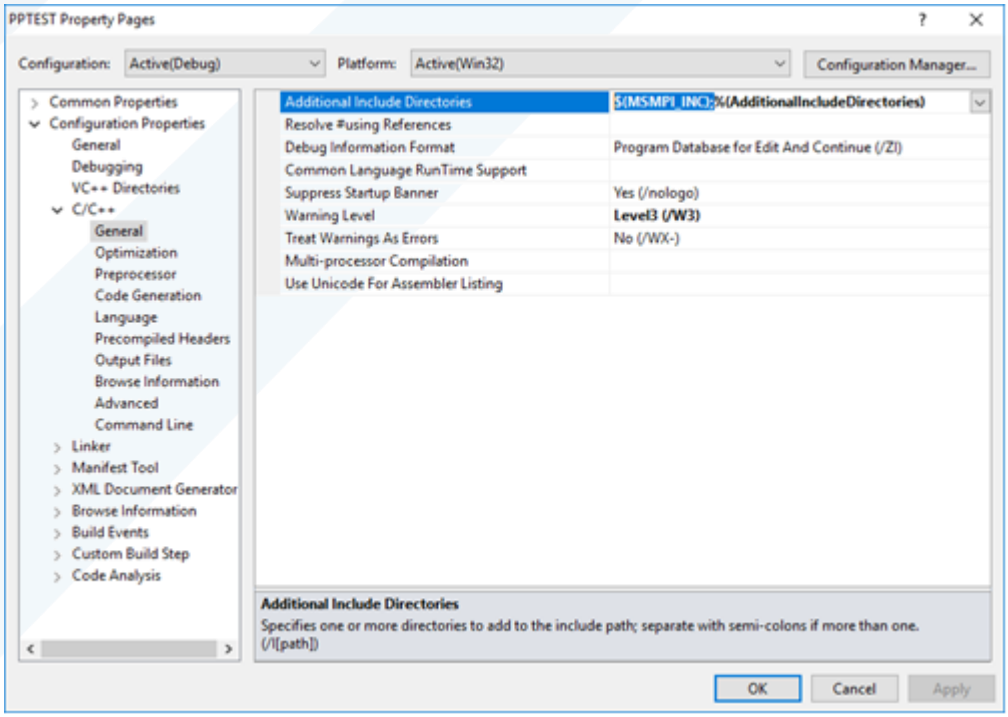



- ✓ لغة البرمجة وقد تم استخدام Visual Studio C++

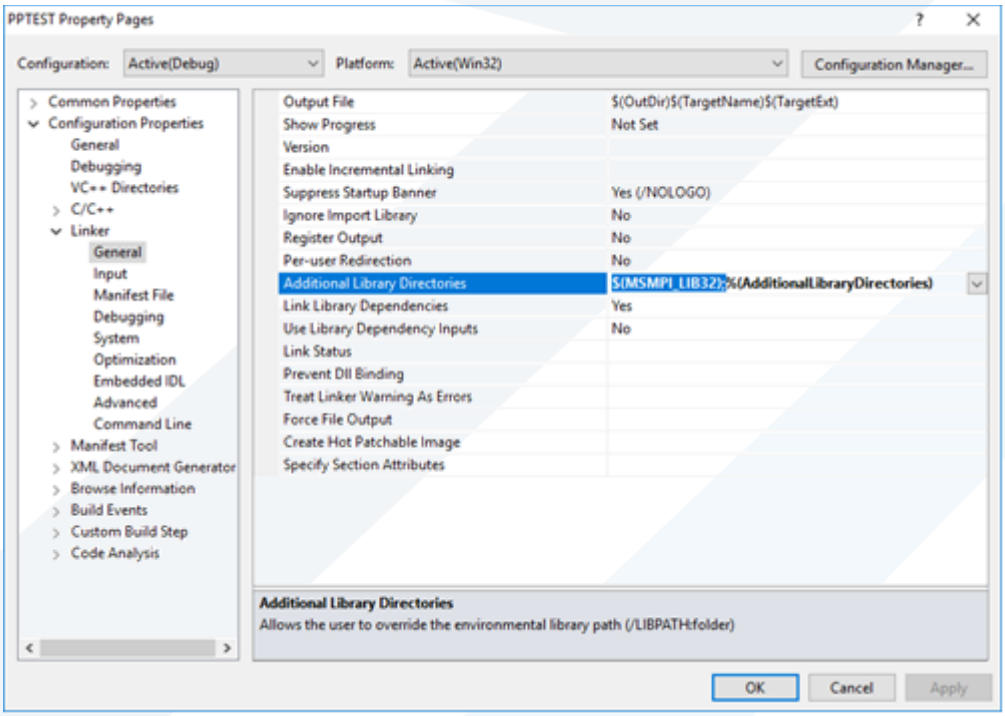
1. البدء بالعمل ضمن بيئة الـ VS2010 عن طريق فتح البرنامج
2. إنشاء مشروع جديد ضمن الـ VS2010 (هنا يمكن اختيار مشروع فارغ أو Win32 Console Application)
3. البدء بإعداد المشروع كي يعمل مع الـ MPI على النحو التالي:
   - النقر بالزر الأيمن على المشروع الذي تم إنشاؤه واختيار Properties
   - اختيار الخاصية Debugging من النافذة اليسارية ومن ثم تغيير نوع الـ Debugger إلى النمط MPI Cluster Debugger



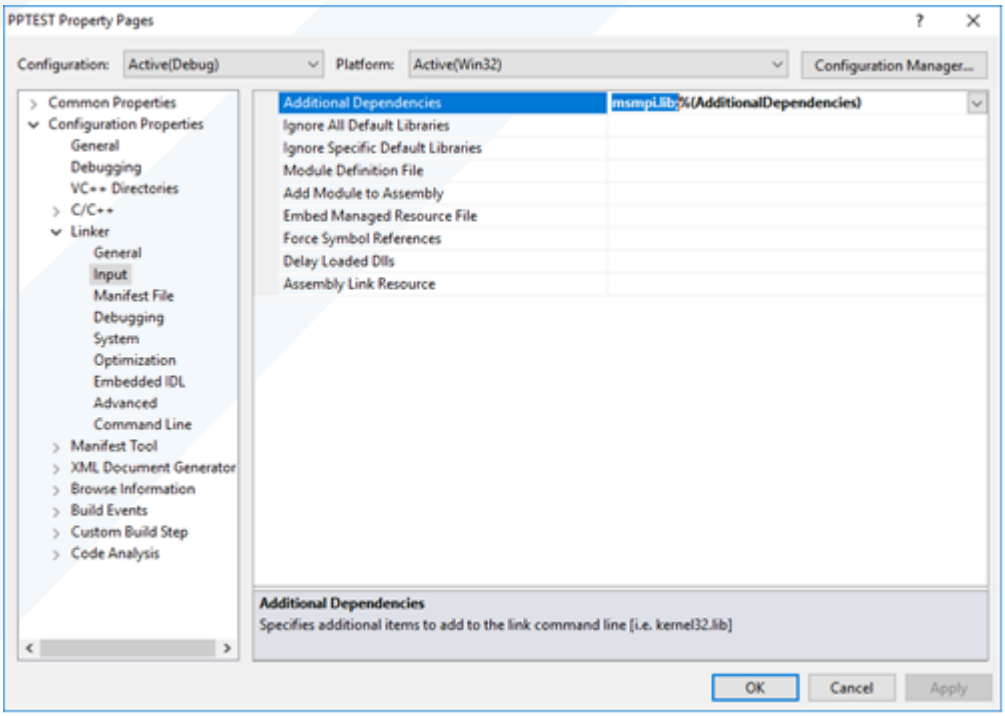

- تغيير قيمة الخاصية Run Environment إلى القيمة localhost/4 والتي ستؤمن لنا العمل مع أربع عمليات Process
- اختيار الخاصية General -> C/C++ من النافذة اليسارية واعداد الخاصية Additional Include Directories لتضمين المكتبة $ (MSMPI_INC)



- اختيار الخاصية General -> Linker من النافذة اليسارية واعداد الخاصية Additional Library Directories لتضمين المكتبة $(MSMPI_LIB32)




- اختيار الخاصية Input -> Linker من النافذة اليسارية واعداد الخاصية Additional Dependencies لتضمين المكتبة msmpi.lib عن طريق النقر على Edit



# 3 مقدمة عن استعمال الـ MPI والتوابع الرئيسية

## 1.3 كتابة البرامج باستخدام الـ MPI:

تعتمد الـ MPI على نموذج اتصال بسيط بين العمليات التفرعية والذي يعتمد على مبدأ Send/Receive كما هو موضح بالشكل:


عند تهيئة بيئة الـ MPI سيتم تجميع العمليات Processes ضمن مجموعات. يوجد ضمن الـ MPI مجموعات (communicator) معرفة مسبقاً MPI_COMM_WORLD. يتم تحديد كل عملية بمحدد ID فريد ضمن الـ communicator والذي يستخدم من أجل عملية الاتصال ويدعى rank. يمكن لعملية واحدة أن تأخذ محددات مختلفة باختلاف الـ communicator.

للعمل ضمن الـ MPI يجب أولاً تضمين المكتبة mpi.h ومن ثم تهيئها عن طريق التابع MPI_Init(&argc, &argv); وفي النهاية يجب إنهاء الـ MPI عن طريق التابع MPI_Finalize(); كما هو موضح بالمثال التالي:

```
#include <mpi.h>
#include <stdio.h>

int main(int argc, char ** argv)
{
    int rank, size;

    MPI_Init(&argc, &argv);

    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
    printf("I am %d of %d\n", rank, size);

    MPI_Finalize();
    return 0;
}
```

*Basic requirements for an MPI program*

## 2.3 أهم التوابع المستخدمة ضمن الـ MPI:

أهم التوابع المستخدمة ضمن الـ MPI:

| | |
|---|---|
| MPI_Init | Initialize MPI |
| MPI_Comm_size | Find out how many processes there are |
| MPI_Comm_rank | Find out which process I am |
| MPI_Send | Send a message |
| MPI_Recv | Receive a message |
| MPI_Finalize | Terminate MPI |

تأخذ التوابع الثلاثة الأولى الصيغ التالية:

```
int MPI_Init(int *argc, char ***argv)
int MPI_Comm_size(MPI_Comm comm, int *size)
int MPI_Comm_rank(MPI_Comm comm, int *rank)
```

حيث تمثل MPI_Comm comm البارامتر الخاص بالمجموعة communicator والتي يمكن أن تأخذ المجموعة المعرفة مسبقاً ضمن الـ MPI وهي MPI_COMM_WORLD أو تعريف communicator أخر.

### 3.3 أنواع البيانات المستخدمة في الـ MPI وما يقابلها في لغة الـ C++

تستخدم الـ MPI مجموعة من البينات الخاصة بها والموضحة بالجدول التالي:

| MPI datatype | C/C++ datatype |
|---|---|
| MPI_CHAR | signed char |
| MPI_SHORT | signed short int |
| MPI_INT | signed int |
| MPI_LONG | signed long int |
| MPI_UNSIGNED_CHAR | unsigned char |
| MPI_UNSIGNED_SHORT | unsigned short int |
| MPI_UNSIGNED | unsigned int |
| MPI_UNSIGNED_LONG | unsigned long int |
| MPI_FLOAT | float |
| MPI_DOUBLE | double |
| MPI_LONG_DOUBLE | long double |
| MPI_BYTE | |
| MPI_PACKED | |

### 4.3 عملية تبادل البيانات ضمن الـ MPI (Data Communication):

هنا سيتم استخدام التابعين MPI_Send و MPI_Receive واللذان يأخذان الصيغ التالية:

- ✓ تابع الإرسال:

int MPI_Send(void* buf, int count, MPI_Datatype datatype, int dest, int tag, MPI_Comm comm)

يبين الجدول التالي الوسائط المطلوبة لهذا التابع

```
buf: initial address of send buffer (choice)
count: number of elements in send buffer (nonnegative integer)
datatype: datatype of each send buffer element (handle)
dest: rank of destination process (integer)
tag: message tag (integer)
comm: communacator (handle)
```

✓ تابع الاستقبال:

MPI_Recv(void* buf, int count, MPI_Datatype datatype, int source, int tag, MPI_Comm comm, MPI_Status *status)

يبين الجدول التالي الوسائط المطلوبة لهذا التابع

```
buf: initial address of send buffer (choice)
count: number of elements in send buffer (nonnegative integer)
datatype: datatype of each send buffer element (handle)
source: rank of sourc or MPI_ANY_SOURCE (integer)
tag: message tag or MPI_ANY_TAG (integer)
comm: communacator (handle)
status: status object (Status)
```

## 4 تدريب عملي

### 1.4 تدريب1: المطلوب تنفيذ هذا الكود باستخدام الDebager

```
#include "mpi.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define  MASTER      0
int main (int argc, char *argv[]) {
        int  numtasks, taskid, len;
        char hostname[MPI_MAX_PROCESSOR_NAME];
        MPI_Init(&argc, &argv);
        MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &numtasks);
        MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD,&taskid);
        MPI_Get_processor_name(hostname, &len);
        printf ("Hello from task %d on %s!\n", taskid, hostname);
        if (taskid == MASTER)
                printf("MASTER: Number of MPI tasks is: %d\n",numtasks);
        MPI_Finalize(); }
```

### 2.4 تدريب2: المطلوب تنفيذ هذا الكود باستخدام الDebager

```
#include <mpi.h>
#include <stdio.h>
int main(int argc, char ** argv) {
        int rank, data[100];
        MPI_Init(&argc, &argv);
        MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);
        if (rank == 0)
                MPI_Send(data, 100, MPI_INT, 1, 0, MPI_COMM_WORLD);
        else if (rank == 1)
                MPI_Recv(data, 100, MPI_INT, 0, 0, MPI_COMM_WORLD,
                MPI_STATUS_IGNORE);
        MPI_Finalize();
        return 0;
}
```

### 3.4 تدريب2: المطلوب تنفيذ هذا الكود باستخدام الDebager

```
#include "mpi.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define  MASTER      0
int main (int argc, char *argv[]) {
int  numtasks, taskid, len, partner, message;
char hostname[MPI_MAX_PROCESSOR_NAME];
MPI_Status status;
MPI_Init(&argc, &argv);
MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &taskid);
MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &numtasks);
/* need an even number of tasks  */
if (numtasks % 2 != 0) {
  if (taskid == MASTER)
```

```
    printf("Quitting. Need an even number of tasks: numtasks=%d\n", numtasks);
  }
else {
  if (taskid == MASTER)
    printf("MASTER: Number of MPI tasks is: %d\n",numtasks);
  MPI_Get_processor_name(hostname, &len);
  printf ("Hello from task %d on %s!\n", taskid, hostname);
  /* determine partner and then send/receive with partner */
  if (taskid < numtasks/2) {
    partner = numtasks/2 + taskid;
    MPI_Send(&taskid, 1, MPI_INT, partner, 1, MPI_COMM_WORLD);
    MPI_Recv(&message, 1, MPI_INT, partner, 1, MPI_COMM_WORLD, &status);
    }
   else if (taskid >= numtasks/2) {
    partner = taskid - numtasks/2;
    MPI_Recv(&message, 1, MPI_INT, partner, 1, MPI_COMM_WORLD, &status);
    MPI_Send(&taskid, 1, MPI_INT, partner, 1, MPI_COMM_WORLD);
    }
  /* print partner info and exit*/
  printf("Task %d is partner with %d\n",taskid,message);
  }
MPI_Finalize();
}
```

**4.4 تدريب3: المطلوب برمجة المعادلة الرياضية التالية (a+b)*(c-d)-(e*f)+(h*g) باستخدام البرمجة التفرعية (MPI) بحيث يتم استخدام اربع معالجات (عمليات) كل معالج يقوم بتنفيذ عملية حسابية والناتج يتم ارساله إلى المعالج الأول لإظهار النتيجة النهائية:**