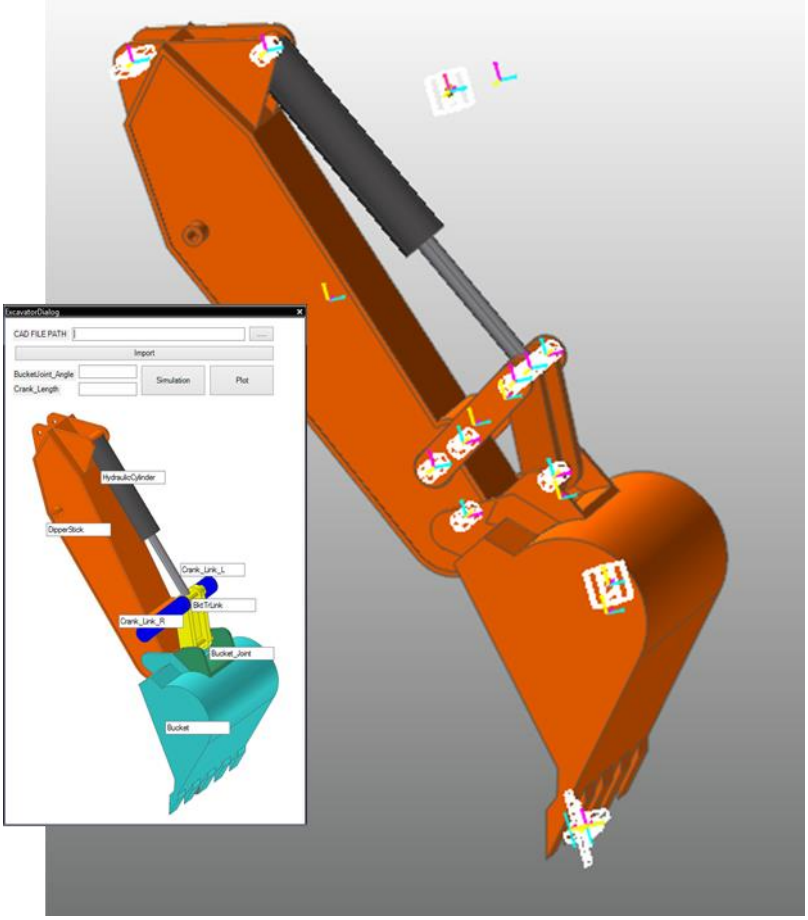
RECURDYN

ProcessNet 带挖斗的斗杆教程 (General)



FunctionBay

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

RecurDyn™ is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

RecurDyn™/SOLVER, *RecurDyn*™/MODELER, *RecurDyn*™/PROCESSNET, *RecurDyn*™/AUTODESIGN, *RecurDyn*™/COLINK, *RecurDyn*™/DURABILITY, *RecurDyn*™/FFLEX, *RecurDyn*™/RFLEX, *RecurDyn*™/RFLEXGEN, *RecurDyn*™/LINEAR, *RecurDyn*™/EHD(Styer), *RecurDyn*™/ECFD_EHD, *RecurDyn*™/CONTROL, *RecurDyn*™/MESHINTERFACE, *RecurDyn*™/PARTICLES, *RecurDyn*™/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*™/ETEMPLATE, *RecurDyn*™/BEARING, *RecurDyn*™/SPRING, *RecurDyn*™/TIRE, *RecurDyn*™/TRACK_HM, *RecurDyn*™/TRACK_LM, *RecurDyn*™/CHAIN, *RecurDyn*™/MTT2D, *RecurDyn*™/MTT3D, *RecurDyn*™/BELT, *RecurDyn*™/R2R2D, *RecurDyn*™/HAT, *RecurDyn*™/曲柄, *RecurDyn*™/PISTON, *RecurDyn*™/VALVE, *RecurDyn*™/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*™/ENGINE, *RecurDyn*™/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX*lm* is a registered trademark of GLOBEtrotter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Edition Note

These documents describe the release information of ***RecurDyn***™ V9R1.

目录

Chapter

1

概述

任务目标

ProcessNet 是一个基于.NET framework 的编程工具，采用与 Microsoft Visual Studio 相同的方法调用类和变量。因此用户可以在 ProcessNet 中应用大量的编程技巧。在本教程中，用户会学习如何用 ProcessNet 来创建 Windows Forms (WinForms)，即基于.NET framework 的用户界面。用户可以使用 WinForms 实现在 RecurDyn 中建模、分析和绘图等过程的自动化。

- 用 WinForms 创建一个用户界面
- 用一个 CAD 文件实现模型创建的自动化
- 使用 ProcessNet 的类函数，而不是 ThisApplication
- 用对话窗口来实现建模、分析和绘图过程的自动化
- 使用 Microsoft Visual Studio，而不是 VSTA

学前要求

本教程中采用的模型以 Dipper Stick with Bucket 为基础，一个 RecurDyn 教程中的 DOE&Batch 仿真教程。因此，在开始本教程前，用户必须先完成 Dipper Stick with Bucket 教程的学习。此外，用户可以参考 ProcessNet Dipper Stick with Bucket (VSTA)教程，理解 ProcessNet 的运行。

预备知识

- 用户必须熟悉 ProcessNet VSTA 和 Dipper Stick with Bucket 教程，或已经完成程度相同的任务。同时，用户需要掌握基本的物理学知识。

任务

本教程包含了以下任务，下表列出了完成每个任务所需的时间。

任务	时长(分钟)
启动ProcessNet	5
创建对话窗口	15
通过代码自动生成模型	30
分析模型	10
自动创建图表	10
总计	70

完成本教程需要的时间

本教程大约需要 70 分钟完成。

Chapter

2

启动 ProcessNetGeneral

任务目标

学习如何在 RecurDyn 中启动 ProcessNet General。

预计完成本任务的时间

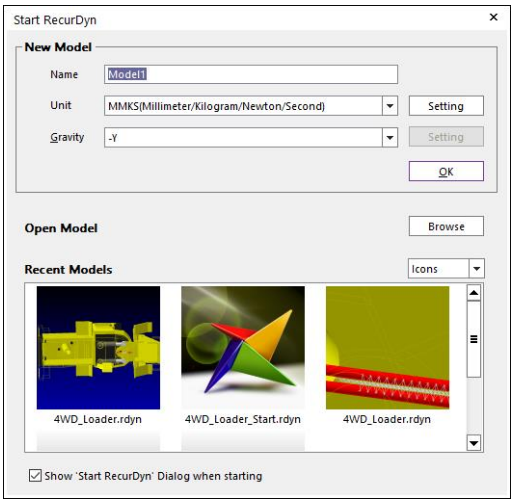
5 分钟

启动 RecurDyn

启动 RecurDyn：

1. 运行 RecurDyn。

StartRecurDyn 对话窗口会弹出。



2. 在 New Model 框的 Name 栏中，输入 Excavator 。
3. 将 Unit 设为 MMKS。
4. 点击 OK，完成新模型的创建。

保存模型：

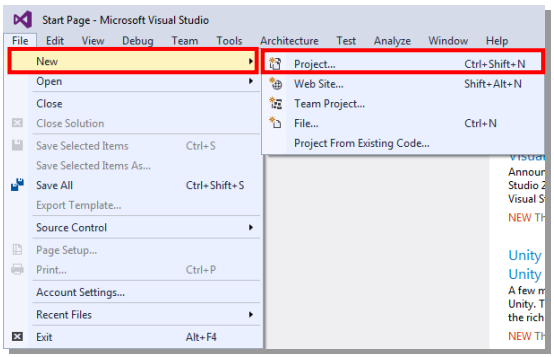
- 在 File 菜单中，点击 Save As，将模型 Excavator.rdyn 保存在用户希望保存的文件夹中。

启动 ProcessNet

启动 ProcessNet:

ProcessNet General 并不提供集成开发环境(IDE)，因此需要使用 IDE 程序。如果没有这个程序，推荐使用 Microsoft 支持的 Visual Studio Expression 版本。

1. 执行 Visual Studio 程序 (本教程中使用的是 Visual Studio 2015 Expression 版本。)来打开 ProcessNet 集成开发环境(IDE)。

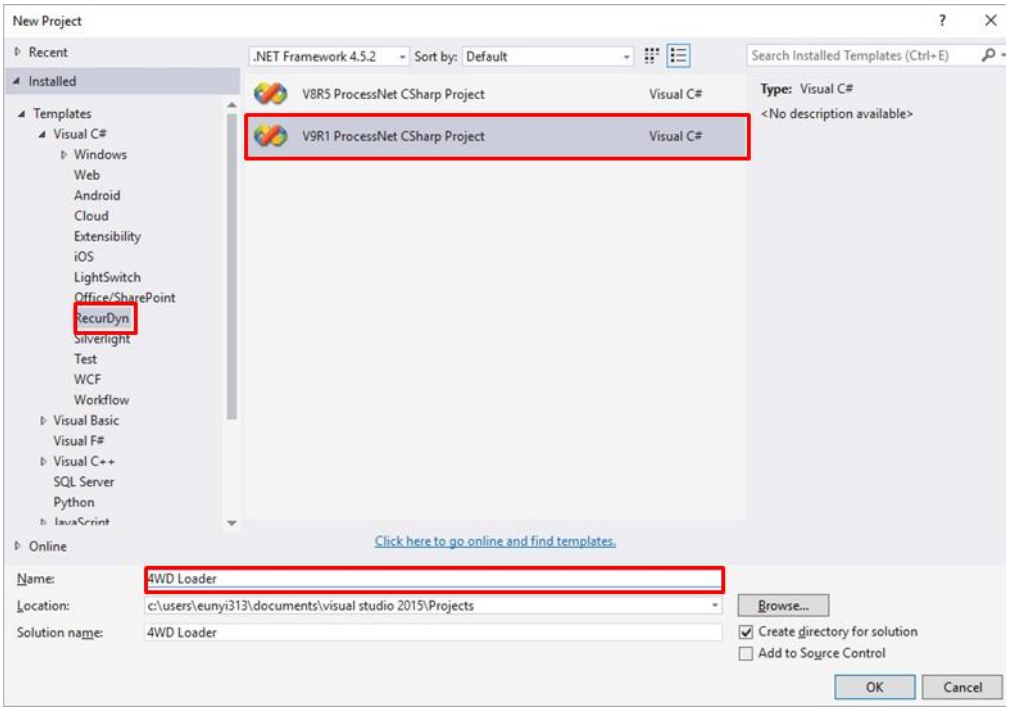


2. 在 File 菜单中，选择 Project。
3. New Project 对话窗口弹出后，选择与用户的 RecurDyn 版本相对应的模板。

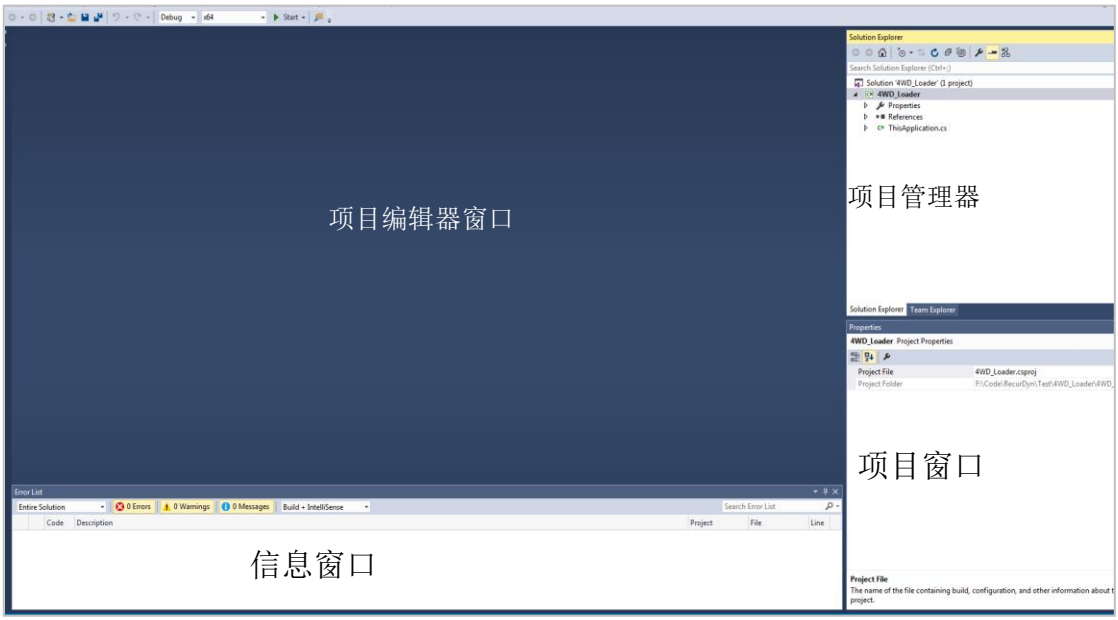
- 本教程以 V9R1 为基础，因此选择 V9R1。

注意：用户必须使用与用户的 RecurDyn 版本相兼容的 ProcessNet 项目。如果版本不正确，ProcessNet 可能无法正确执行操作。New Project 对话窗口中显示了与所安装 RecurDyn 版本相兼容的所有模板。

4. 选择 Templates->Visual C#->RecurDyn。点击 V9R1 ProcessNetCSharp Project 图标。



5. Excavator Project 会根据上图所示的 Name、Location 以及 Solution name 的设置创建。



它包含了四个区域：

- Project Editor Window–编写、编辑代码并设计界面对象。
- Project Explorer–提供项目和其文件的结构化视图。

- Properties window–查看并编辑在项目编辑器窗口或项目管理器中所选项目的属性。
- Message window–查看用户编写及运行代码时产生的信息，如代码中的错误。

现在，可以开发第一个 ProcessNet 应用。

Chapter

3

创建对话窗口

本章学习如何创建一个对话窗口并设置其布局。包括设计对话窗口的布局，以及通过加入代码，实现在 ProcessNet 中调用对话窗口。

任务目标

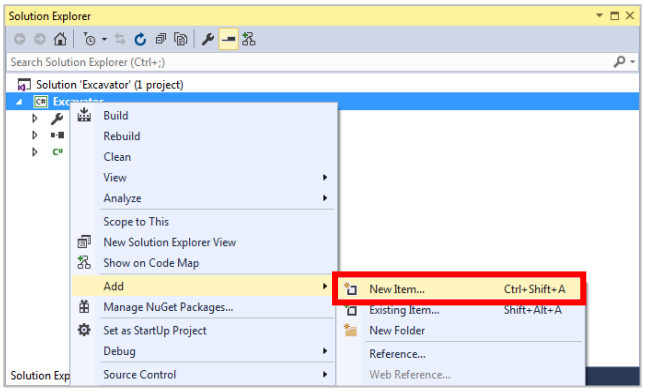
学习如何创建对话窗口，以及可以在 ProcessNet 中调用对话窗口的函数。

预计完成本任务的时间

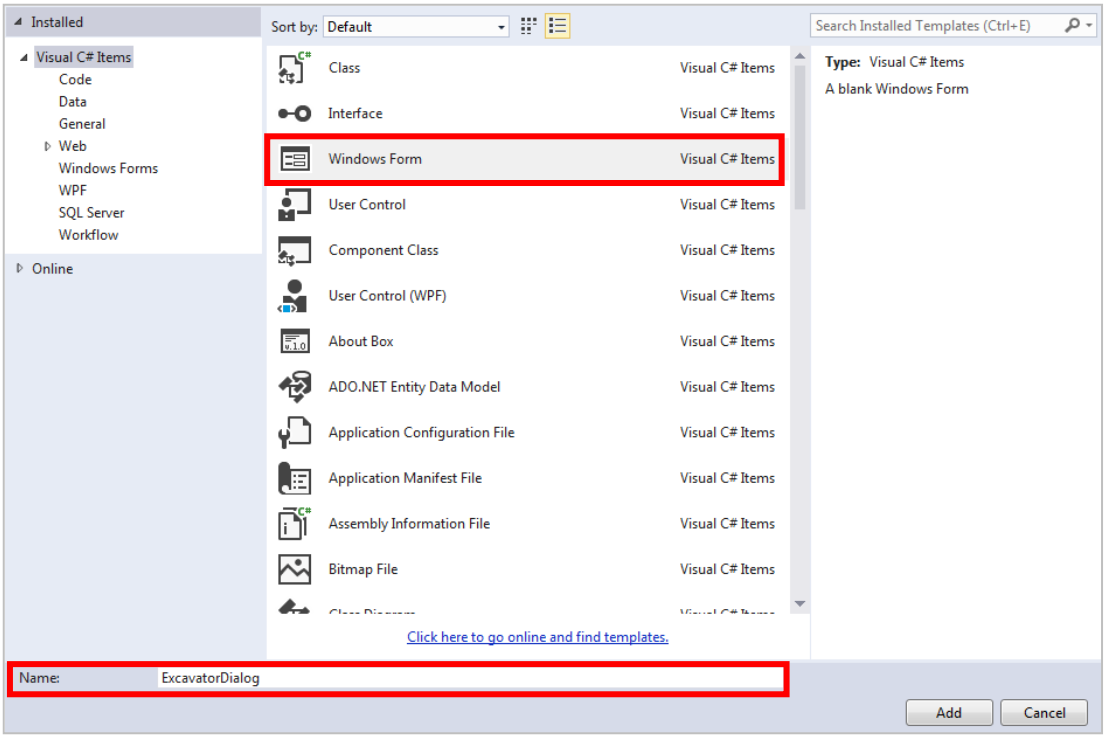
15 分钟

创建对话窗口

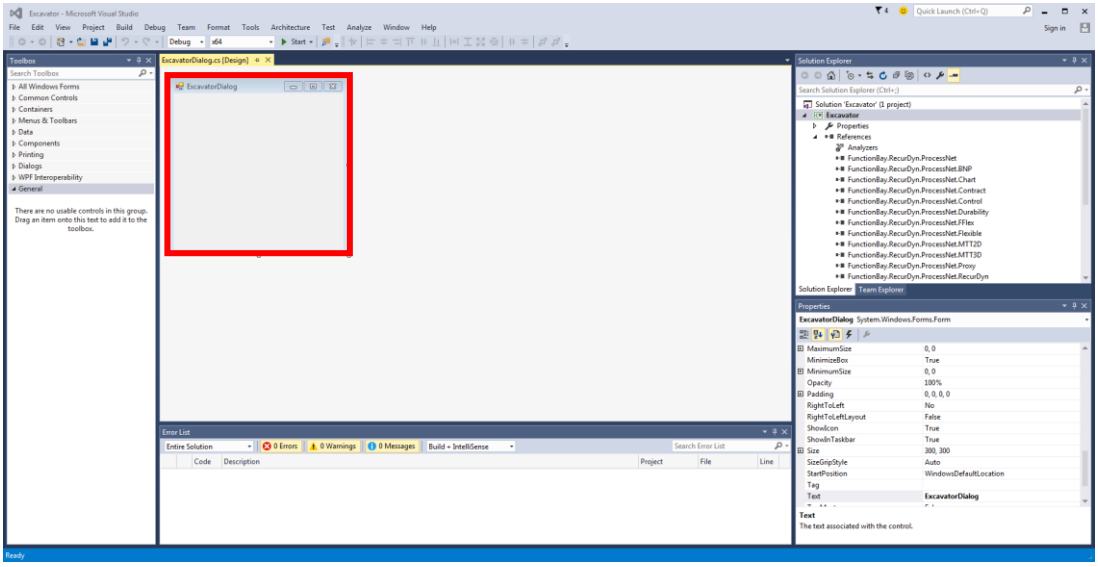
创建对话窗口:



1. 在 Visual Studio 中，右键点击 ProjectExplorer 框。
2. 点击 Add - New Item。
3. 当 Add New Item 对话窗口弹出后，点击 WindowsForm 图标，并在名称栏中输入 ExcavatorDialog。
4. 点击 Add。



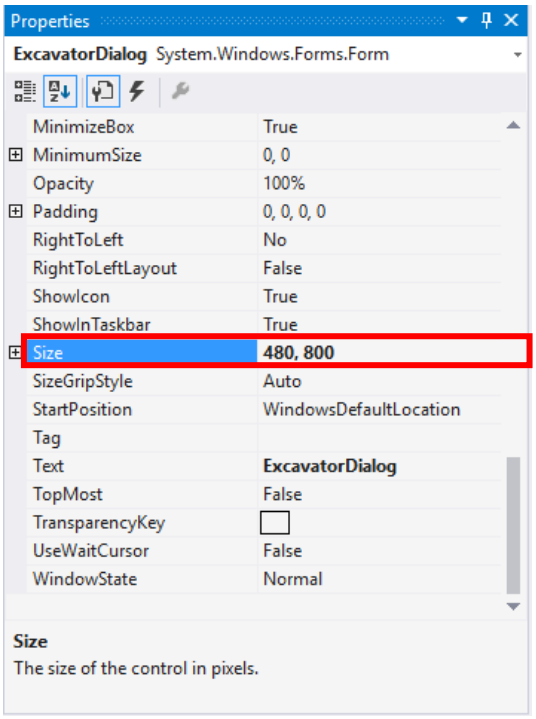
5. Visual Studio Project Editor 框中会出现 ExcavatorDialog.cs[Design]，一个用于 Windows Form 的设计窗口。

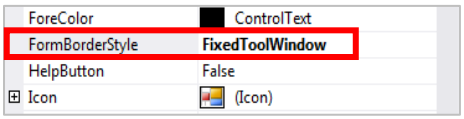


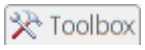
6. 点击屏幕左上角的 ExcavatorDialog 对话窗口。

7. ExcavatorDialog 的相关信息会显示在屏幕右下角的 Properties 框中。在 Properties 框中，将 Size 设为 480，800。

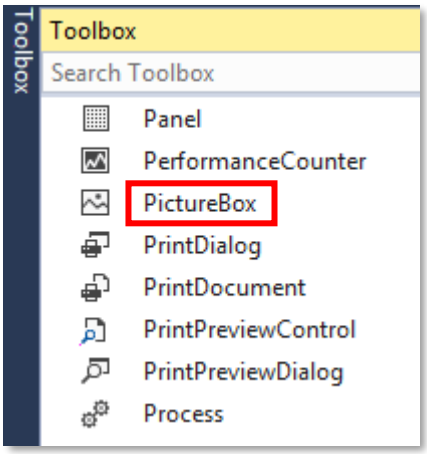
8. 同时，将 FromBorderStyle 设为 FixedToolWindow。





9. 将光标移到屏幕左上角的 ToolBox 

。将看到可以增加对话窗口、按钮以及其他控制函数的菜单。



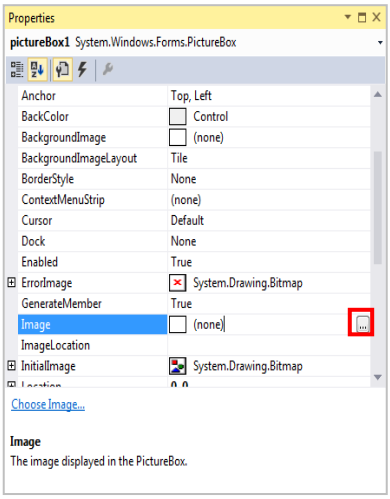
注意：如果用户看不到ToolBox，打开 View 菜单，并点击 ToolBox 或同时按下 Ctrl + Alt + X。

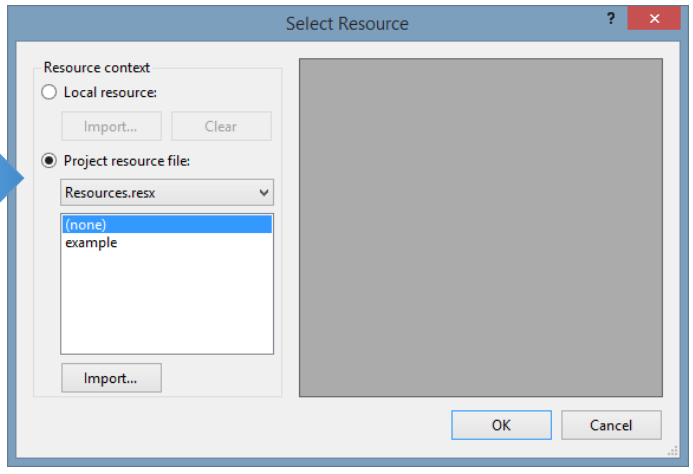
10. 在 Common Controls 列表中，选择 Picture Box，拖拽标签到所设计对话窗口的左上角。

11. 选择刚刚创建的 Picture Box。

12. 如下图所示，在屏幕右下角的 Properties 框中，点击 Image 行最右侧的按钮。

    Select Resource 对话窗口弹出。



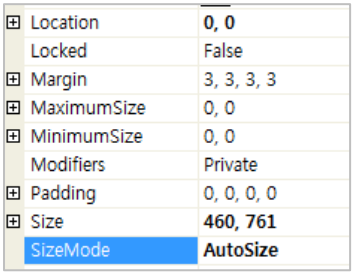


13. 在 Select Resource 对话窗口中，选择 Local resource，并点击 Import 按钮。

14. Open 对话窗口出现后，选择要使用的图像文件。(在本教程中，使用位于“<InstallDir>/Help/Tutorial/ProcessNet/General/Excavator/Excavator”目录下的 Excavator_1.png 文件。)

15. 确认图像正确后，点击 OK 按钮。

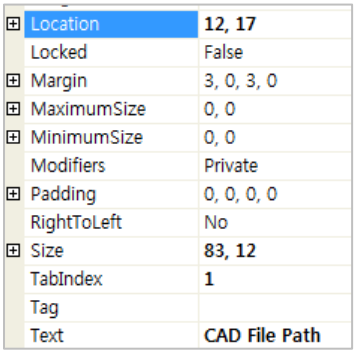
16. 在 Properties 框中，将 SizeMode 设为 AutoSize，并在 Location 栏中输入 0，0。



17. 选择 Toolbox。

18. 在 Common Controls 列表中，选择 Label，拖拽标签到所设计对话窗口的左上角。

19. 选择用户创建的 Label。然后在 Properties 框中的 Text 栏中，输入 CAD File Path，Location 栏中输入 12，17。



20. 再次选择 ToolBox。点击并拖拽 Common Controls 列表中的 TextBox 到 Label 的右侧。

21. 在窗口右上角的 Textbox1 的 Properties 框中，在 Location 栏中输入 108，14 ，在 Name 栏中输入 tbPath，Size 栏中输入 260，21。

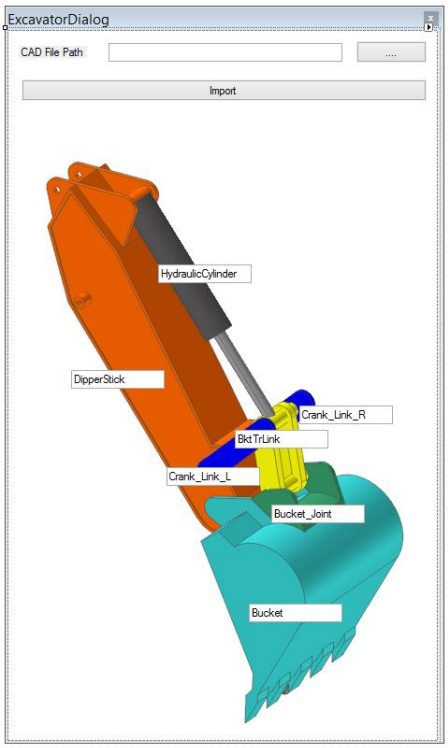
22. 对于 Button1，Button2，TextBox1，TextBox2，TextBox3，TextBox4，TextBox5 和 TextBox6，重复上述步骤，根据下表更改 Text 和 Name 值。

对话框元素	文本	名称	位置	大小
Button1	…	btSearchPath	373, 12	75, 23
Button2	Import	btImport	15, 53	433, 23
TextBox1	HydraulicCylinder	tbHydraulicCylinder	161, 251	110, 20
TextBox2	DipperStick	tbDipperStick	68, 364	110, 20

TextBox3	Crank_Link_L	tbCrank_Link_L	312, 402	100, 20
TextBox4	Crank_Link_R	tbCrank_Link_R	170, 468	100, 20
TextBox5	BktTrLink	tbBktTrLink	243, 428	100, 20
TextBox6	Bucket_Joint	tbBucket_Joint	282, 508	100, 20
TextBox7	Bucket	tbBucket	258, 614	100, 20

23. 完成上述数值的设置后，对话窗口应如下图所示。

24. 打开 File 菜单，并点击 Save ExcavatorDialog.cs 保存文件。

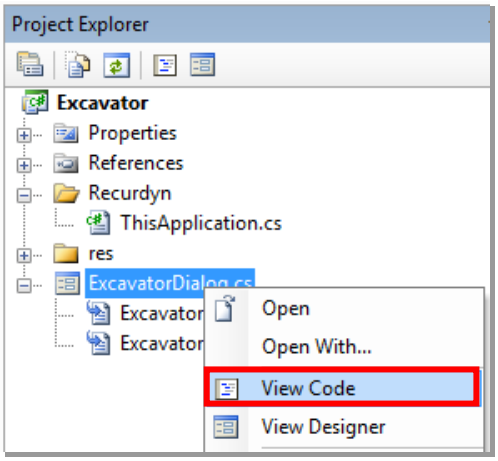


注意：对话窗口的大小或位置可能会因 PC 环境的不同而存在差异。

配置对话窗口的初始设置

前面的步骤设置了对话窗口的外形。现在必须为对话窗口增加变量，定义用户可以输入什么样的值，以及用户点击按钮后会触发的事件。此外，还将学习如何在对话窗口中，使用 ProcessNet 的函数。

配置对话窗口初始设置:



1. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs。选择 View Code 以在 Edit IDE Project 窗口中显示 ExcavatorDialog.cs 的源代码。

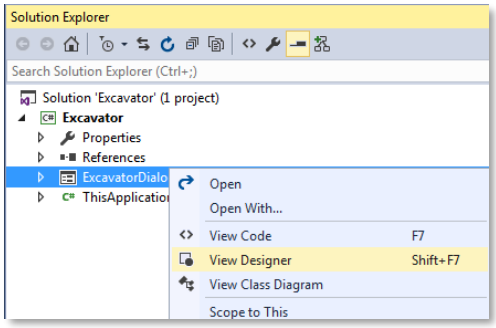
2. 在 Project Editor 窗口中，输入对话窗口中要使用的变量。

   - FunctionBay.RecurDyn.ProcessNet 提供了用于 ProcessNet 函数的参考信息。
   - IApplication 是用于识别 RecurDyn 的界面。
   - 当 Excavator 不存在时，strFilePath 和 StrExcavatorPartName 是用于显示 **CAD** 文件或子程序文件使用路径的字符串。

```
Using System.Windows.Forms;
Using FunctionBay.RecurDyn.ProcessNet;

Namespace Excauator
{
public partial class ExcavatorDialog : Form
    {
IApplication application;
string strFilePath;
string[,] strExcavatorPartName = new string[7, 2];
public ExcavatorDialog(IApplication app)
        {
InitializeComponent();
application = app;
        }
```

3. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs，然后点击 View Designer 来显示用户在上一步骤中所创建的对话窗口。



4. 在对话窗口中，双击…按钮来创建用户双击按钮时调用的函数。

5. 插入下列代码来自动创建函数。(输入粗体文字。)

   - 此代码从 Folder 对话窗口导入文件路径。
   - 点击…按钮来执行 btSearchPatch_Click()函数并创建 Folder 对话窗口。

```
private void btSearchPath_Click(object sender, EventArgs e)
{
        FolderBrowserDialog dialog = new FolderBrowserDialog();
        dialog.ShowDialog();
        this.tbPath.Text = dialog.SelectedPath;
}
```

6. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs，并点击 View Designer。在对话窗口中，双击 Import 按钮，创建 btImport_Click()函数。

7. 在 btImport_Click()函数下，创建一个名为 UpdateDB()的新函数，并输入下列代码。

   - UpdateDB()函数存储了对话窗口文本框中输入的变量。
   - This.tbPath.text 程序存储了 tbPath 文本框中输入的数值。
   - strExcavatorPartName 是一个存储了 CAD 文件或子系统文件的名称及路径的二维数组。

```
private void UpdateDB()
{
        strFilePath = this.tbPath.Text;
        strExcavatorPartName[0, 0] = this.tbDipperStick.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[0, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbDipperStick.Text.ToString() + ".x_t";
        strExcavatorPartName[1, 0] = this.tbCrank_Link_L.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[1, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbCrank_Link_L.Text.ToString() + ".x_t";
        strExcavatorPartName[2, 0] = this.tbCrank_Link_R.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[2, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbCrank_Link_R.Text.ToString() + ".x_t";
        strExcavatorPartName[3, 0] = this.tbBucket.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[3, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbBucket.Text.ToString() + ".x_t";
        strExcavatorPartName[4, 0] = this.tbBucket_Joint.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[4, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbBucket_Joint.Text.ToString() + ".x_t";
        strExcavatorPartName[5, 0] = this.tbBktTrLink.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[5, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbBktTrLink.Text.ToString() + ".rdsb";
        strExcavatorPartName[6, 0] =
        this.tbHydraulicCylinder.Text.ToString();
        strExcavatorPartName[6, 1] = strFilePath + @"\" +
        this.tbHydraulicCylinder.Text.ToString() + ".rdsb";
}
```

8. 插入下列代码，自动创建函数。

本代码将在用户点击对话窗口中的 Import 按钮后，执行 UpdateDB()函数。

```
private void btImport_Click(object sender, EventArgs e)
{
        UpdateDB();
}
```

9. 在 File 菜单中，点击 SaveExcavatorDialog.cs，保存文件。

用户运行应用时显示对话窗口

本节说明如何在运行一个 RecurDyn 中的 ProcessNet 应用时显示对话窗口，以及如何使对话窗口依赖于 RecurDyn。

运行应用时显示对话窗口:

1. 在 Project Explore 中，双击 ThisApplication.cs。
2. 在 ThisApplication.cs 文件中，删除用删除线标记的 HelloProcessNet()和 CreateBodyExample()函数，如下所示。(这些函数是作为范例被生成的。)

```
public void HelloProcessNet()
{
        //application is assigned at Initialize() such as
        //application = RecurDynApplication as IApplication;
application.PrintMessage("Hello ProcessNet");
application.PrintMessage(application.ProcessNetVersion);
}

public void CreateBodyExample()
{
        refFrame1 = modelDocument.CreateReferenceFrame();
        refFrame1.SetOrigin(100, 0, 0);

        refFrame2 = modelDocument.CreateReferenceFrame();
        refFrame2.SetOrigin(0, 200, 0);

        IBody body1 = model.CreateBodyBox("body1", refFrame1, 150,
        100, 100);
        application.PrintMessage(body1.Name);
        IBody body2 = model.CreateBodySphere("body2", refFrame2, 50);
        application.PrintMessage(body2.Name);
}
```

3. 将 Run()函数编写如下。

- 该函数创建了一个 Excavator 对话框的新实例。
- 它将应用和主窗口的数值，传递给 ExcavatorDialog 类。

注意：应用和主窗口的数值必须传递给这个类，才能使用 WinForms 中的 ProcessNet 方法。

```
public void Run()
{
        ExcavatorDialogDialogRun = new ExcavatorDialog(application);
        DialogRun.ShowDialog();
}
```

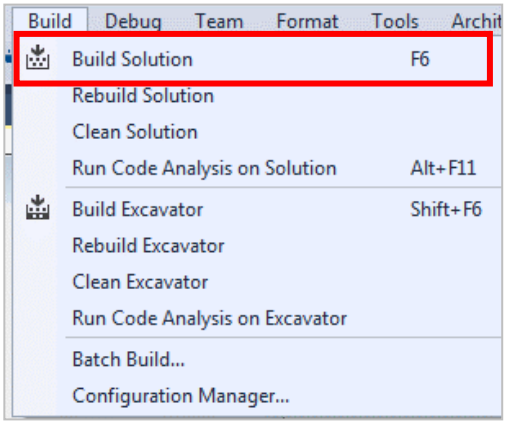
4. 在 File 菜单中，点击 SaveThisApplication.cs 来保存文件。

测试对话窗口

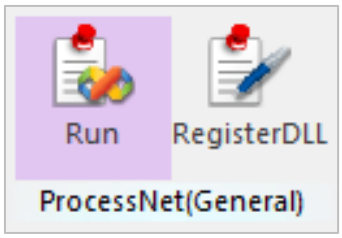
本节测试刚才创建的应用能否正确运行。

运行应用:

1. 检查 IDE 窗口底部的 Error List 框中，是否显示了任何错误或警告。如果有的话，改正错误。在 Build 菜单中，点击 Build Solution。

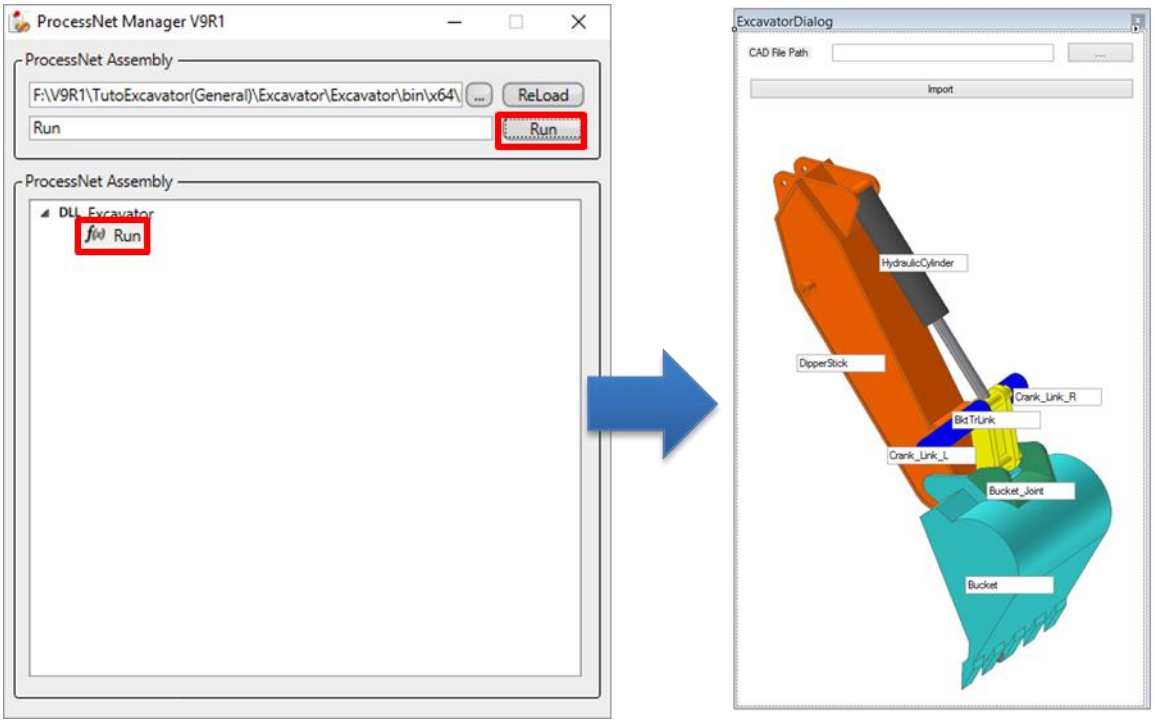


2. 在 RecurDyn 的 Customize 标签中的 ProcessNet(General)组下，点击 Run。



3. 在 ProcessNet Manager 对话窗口下半部的树状图中，点击 Excavator 下的 Run。

4. 在 ProcessNet Manager 对话窗口中，点击 Run 按钮。



5. 创建的对话窗口会弹出。

6. 一旦用户确认应用正确运行，关闭对话窗口。

7. 关闭 ProcessNet Manager 对话窗口。

Chapter

4

通过代码自动生成模型

任务目标

本章创建一个新的类，并在该类下编写一个 ProcessNet 函数。随后，学习如何在前一章中创建的对话窗口中，调用此函数。

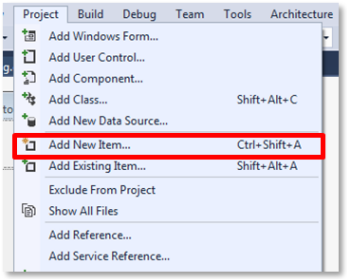
预计完成本任务的时间

30 分钟

创建新类

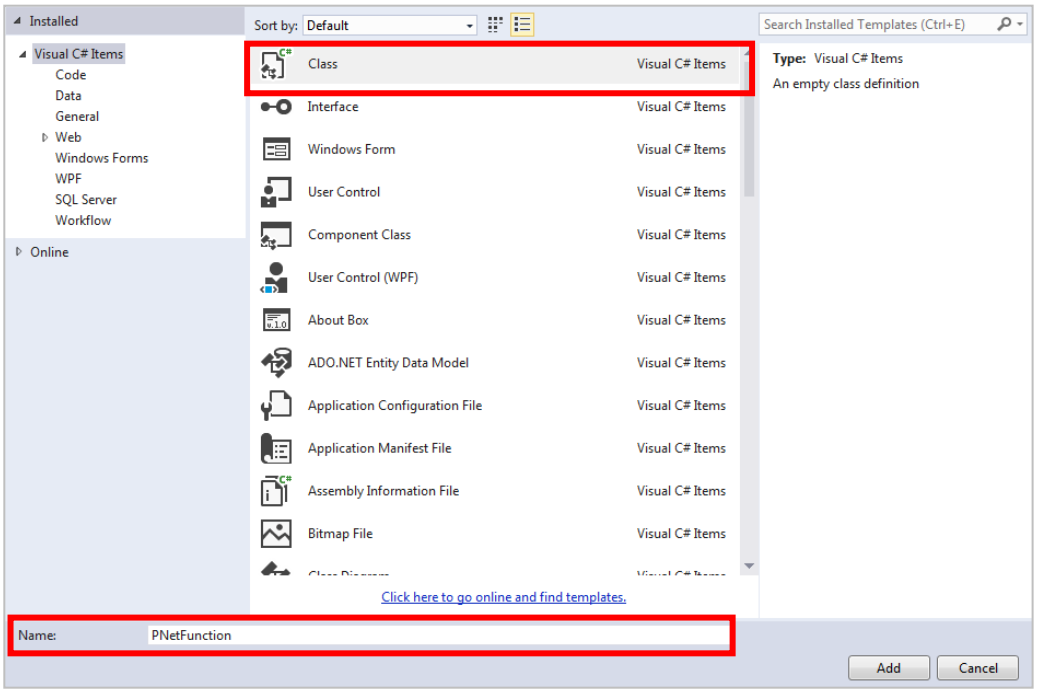
本节会教用户如何创建一个新的类，并在该类下输入一个 ProcessNet 函数。

创建一个新类：



1. 在 Visual Studio 中，点击 Project - Add New Item。

2. Add New Item 对话窗口弹出后，在 Templates 框中，选择 Class，并在 Name 栏中，输入 PNetFunction。点击 Add 按钮。



3. Project Editor 框中出现 PNetFunction.cs 后，输入下列代码。(输入粗体文字) 该代码会重置用于执行 ProcessNet 函数的基础变量。

   - **IApplication：** 用于识别 RecurDyn
   - **IModelDocument：** 在 RecurDyn 中使用的一个模型文件
   - **ISubsystem：** 模型文件中使用的一个子系统
   - **IReferenceFrame：** RecurDyn 的一个参考系
   - **IPlotDocument：** 一个 RecurDyn 绘图文件

```
Using FunctionBay.RecurDyn.ProcessNet;
namespace Excavator
{
    Class PNetFunction
    {
          static public IApplication application;
    public IModelDocument modelDocument = null;
    public IPlotDocument plotDocument = null;
    public ISubSystem model = null;

    public IReferenceFrame refFrame1 = null;
    public IReferenceFrame refFrame2 = null;

    public PNetFunction(IApplication app)
    {
    application = app;
     }
    }
}
```

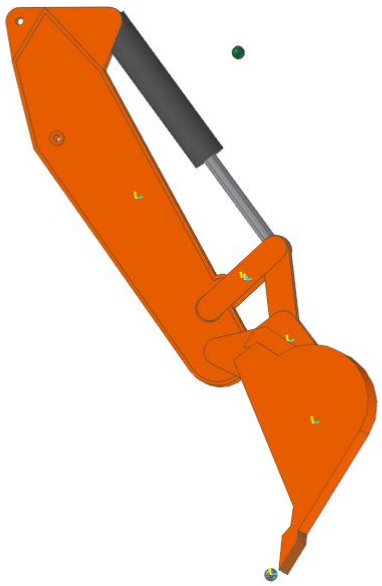
4. 在 File 菜单中，点击 SavePNetFunction.cs，保存文件。

创建模型

本节学习如何自动创建一个挖掘机模型。

导入部件:

1. 编写代码，用一个 CAD 文件和子系统文件创建一个挖掘机模型。



2. 创建如下 Import()函数。

```
public void Import(string[,] strExcavatorPartName)
{
}
```

3. 在 Import()函数中，插入如下变量声明代码。

```
modelDocument = application.ActiveModelDocument;
model = modelDocument.Model;

refFrame1 = modelDocument.CreateReferenceFrame();
refFrame1.SetOrigin(0, 0, 0);
refFrame2 = modelDocument.CreateReferenceFrame();
refFrame2.SetOrigin(0, 0, 0);
```

4. 声明变量后，加入如下循环，导入*.x_t 和*.rdsb 文件。*.x_t 文件是用于模型不同部件的 CAD 文件， *.rdsb 文件则是子系统文件。

   - FileImport()会导入 CAD 和子系统文件。
   - Crank Link R 会创建一个标记，没有导入 CAD 文件。因此连续语句会在下一个循环中使用。

```
for(intiCount = 0; iCount< 7; iCount++)
{
        if(iCount == 2)
                continue;
        model.FileImport(strExcavatorPartName[iCount,1]);
}
```

5. 输入如下代码，利用 SubSystemCollection 属性，在模型中编写一串子系统，并将其声明为 Sub01，Sub02，以此类推。

```
ISubSystemCollection SubCollection01 = model.SubSystemCollection;
ISubSystem Sub01 = SubCollection01[0];
ISubSystem Sub02 = SubCollection01[1];
```

6. 使用 GetEntity()函数，查找导入的部件。

   - GetEntity()函数会查找 RecurDyn 中的元素。
   - 基本上，函数会得到 IGeneric 的返回值。该函数可根据用户想要的元素类型，执行类型转换。

```
IBody BodyDipperStick =
model.GetEntity(strExcavatorPartName[0,0]) as IBody;
IBody BodyCrankLinkL =
model.GetEntity(strExcavatorPartName[1, 0]) as IBody;
IBody BodyBucket =
model.GetEntity(strExcavatorPartName[3, 0]) as IBody;
IBody BodyJoint =
model.GetEntity(strExcavatorPartName[4, 0]) as IBody;

IBody BodyBktTrLink_CylRod_Cylinder =
Sub01.GetEntity("BktTrLink_CylRod_Cylinder") as IBody;
IBody BodyBktTrLink_Bucket_BktTrLink_Cylinder =
Sub01.GetEntity("Bucket_BktTrLink_Cylinder") as IBody;
IBody BodyBktTrLink_Right_Link =
Sub01.GetEntity("Right_Link") as IBody;
IBody BodyHydraulicCylinder_Cylinder =
Sub02.GetEntity("Cylinder") as IBody;
IBody BodyHydraulicCylinder_Rod =
Sub02.GetEntity("Rod") as IBody;
IBody BodySub02Mother =
Sub02.GetEntity("MotherBody") as IBody;
```

7. 输入如下代码，在名为 Crank_Link_R 的连接部件和 Bucket_Joint 部件上分别生成一个标记。

   - Crank_Link_R 创建一个标记代替导入 CAD 文件，这样用户就可以通过在第二个变量输入参数点，来控制模型的位置。

```
IBody BodyCrankLinkR =
model.CreateBodyLinkWithRadius(strExcavatorPartName[2, 0], new
double[] { 5506.1017, -495.8525, 2231.9958 }, new double[]
{ 5606.1017, -495.8525, 2231.9958 },100,100, 35);
BodyCrankLinkR.Graphic.Color = 26367;

refFrame1.SetOrigin(6060.3717, -207.8525, 1993.4767);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 180, 90, 90);
IMarker Marker01 = BodyJoint.CreateMarker("Marker1", refFrame1);
```

8. 将装配模式的地面，声明为 bodyground。

```
IBody BodyGround = model.Ground;
```

9. 创建一个假体。

```
refFrame1.SetOrigin(5579.2685, -207.8525, 62.560441);
IBody BodyDummyBucketTip = model.CreateBodyEllipsoid("BucketTip",
refFrame1, 50, 50, 50);
refFrame1.SetOrigin(6100, -207.8525, 4200);
IBody BodyDummyDrivingForceBody =
Sub02.CreateBodyEllipsoid("DrivingForceBody", refFrame1, 50, 50, 50);
```

10. 在 File 菜单中，点击 SavePNetFunction.cs 来保存文件。

创建子元素：

1. 本节创建一个用于挖掘机模型的 SubEntity。

2. 在先前步骤创建的导入函数中添加下面的代码创建参数值。

   (所有用于创建子元素和创建变量等式的代码，都应依次连续添加到 Import()函数中，并保持相同的缩进。)

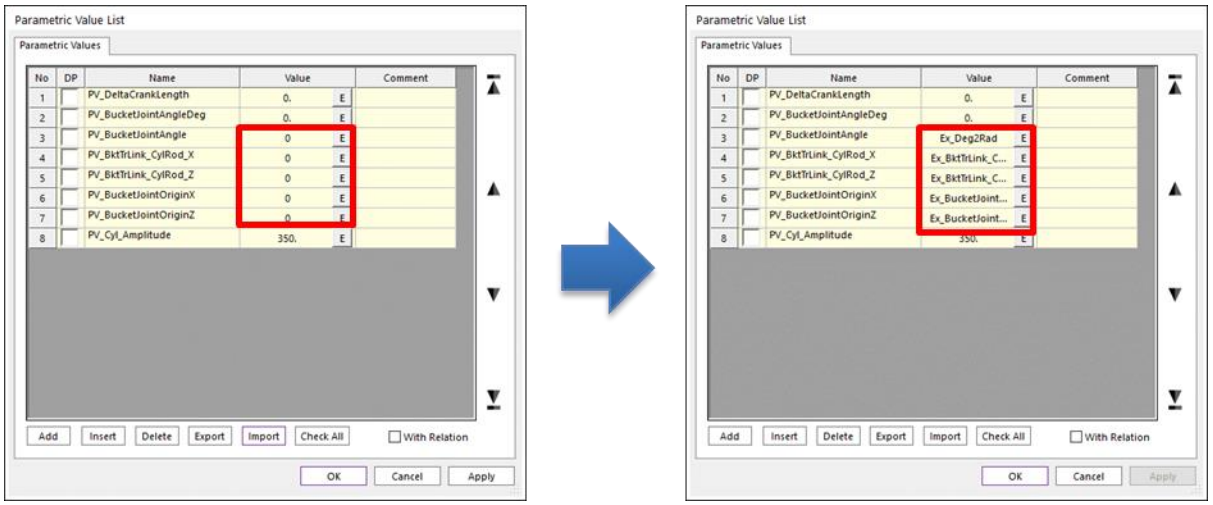
```
IParametricValue PV_DeltaCrankLength = model.CreateParametricValue("PV_DeltaCrankLength", 0);
IParametricValue PV_BucketJointAngleDeg = model.CreateParametricValue("PV_BucketJointAngleDeg", 0);
IParametricValue PV_BucketJointAngle = model.CreateParametricValue("PV_BucketJointAngle", 0);
IParametricValue PV_BktTrLink_CylRod_X = model.CreateParametricValue("PV_BktTrLink_CylRod_X", 0);
IParametricValue PV_BktTrLink_CylRod_Z = model.CreateParametricValue("PV_BktTrLink_CylRod_Z", 0);
IParametricValue PV_BucketJointOriginX = model.CreateParametricValue("PV_BucketJointOriginX", 0);
IParametricValue PV_BucketJointOriginZ = model.CreateParametricValue("PV_BucketJointOriginZ", 0);
IParametricValue PV_Cyl_Amplitude = model.CreateParametricValue("PV_Cyl_Amplitude", 350);
```

3. 在创建参数值的代码下，添加创建如下表达式的代码。

```
IExpression Ex_Deg2Rad = model.CreateExpression("Ex_Deg2Rad",
"PV_BucketJointAngleDeg*PI/180");
IExpression Ex_BktTrLink_CylRod_X =
model.CreateExpression("Ex_BktTrLink_CylRod_X", "COS(0.291724-
ACOS(((704.58305+PV_DeltaCrankLength)*(704.58305+PV_DeltaCrankLengt
h)-10996911)/(-10963694)))*965.471+SIN(0.291724-
ACOS(((704.58305+PV_DeltaCrankLength)*(704.58305+PV_DeltaCrankLengt
h)-10996911)/(-10963694)))*(-2034.522)+5139.0782");
IExpression Ex_BktTrLink_CylRod_Z =
model.CreateExpression("Ex_BktTrLink_CylRod_Z", "-SIN(0.291724-
ACOS(((704.58305+PV_DeltaCrankLength)*(704.58305+PV_DeltaCrankLengt
h)-10996911)/(-10963694)))*965.471+COS(0.291724-
ACOS(((704.58305+PV_DeltaCrankLength)*(704.58305+PV_DeltaCrankLengt
h)-10996911)/(-10963694)))*(-2034.522)+4638.4021");
IExpression Ex_BucketJointOriginX =
model.CreateExpression("Ex_BucketJointOriginX", "(1-
COS(PV_BucketJointAngle))*6191.0835-
SIN(PV_BucketJointAngle)*1340.8818");
IExpression Ex_BucketJointOriginZ =
model.CreateExpression("Ex_BucketJointOriginZ",
"SIN(PV_BucketJointAngle)*6191.0835+(1-
COS(PV_BucketJointAngle))*1340.8818");
IExpression Ex_BucketTipLoad =
model.CreateExpression("Ex_BucketTipLoad", "0");
IExpression Ex_DrivingForce =
Sub02.CreateExpression("Ex_DrivingForce", "0");
Ex_DrivingForce.Arguments = new string[]
{ "Cylinder.Marker1@HydraulicCylinder",
"Rod.Marker1@HydraulicCylinder" };
Ex_DrivingForce.Text = "FZ(1,2,2)";
```

4. 在创建每个表达式的代码下，添加生成参数值的代码。

   - 创建完表达式后，输入 PVs 的值。当执行下列代码后，PVs 的值就会变为如下所示的表达式。



```
PV_BucketJointAngle.Text = "Ex_Deg2Rad";
PV_BktTrLink_CylRod_X.Text = "Ex_BktTrLink_CylRod_X";
PV_BktTrLink_CylRod_Z.Text = "Ex_BktTrLink_CylRod_Z";
PV_BucketJointOriginX.Text = "Ex_BucketJointOriginX";
PV_BucketJointOriginZ.Text = "Ex_BucketJointOriginZ";
```

5. PVs 的值确定后，添加如下代码，创建 PPs。

```
IParametricPoint PP_CrankL_BktTrLink =
model.CreateParametricPointWithText("PP_CrankL_BktTrLink",
"PV_BktTrLink_CylRod_X,80.147498,PV_BktTrLink_CylRod_Z", null);
IParametricPoint PP_Bucket_BktTrLink =
model.CreateParametricPoint("PP_Bucket_BktTrLink", new double[] { 0, 0,
0 }, null);
IParametricPoint PP_BktTrLink_Rod =
model.CreateParametricPointWithText("PP_BktTrLink_Rod",
"PV_BktTrLink_CylRod_X,-207.85255,PV_BktTrLink_CylRod_Z", null);
IParametricPoint PP_DipperStick_Cyl =
model.CreateParametricPoint("PP_DipperStick_Cyl", new double[]
{ 5139.0782, -207.85255, 4638.4021 }, null);
IParametricPoint PP_BucketJointOrigin =
model.CreateParametricPointWithText("PP_BucketJointOrigin", "
PV_BucketJointOriginX,0.,PV_BucketJointOriginZ", null);
IParametricPoint PP_CrankR_BktTrLink =
model.CreateParametricPointWithText("PP_CrankR_BktTrLink",
"PV_BktTrLink_CylRod_X,-495.8525, PV_BktTrLink_CylRod_Z", null);
PP_Bucket_BktTrLink.RefMarker = Marker01;
```

6. 在创建 PPs 的代码下，添加创建 PPCs 和 PVCs 的代码。

```
IParametricPointConnector PPC_Bucket_BktTrLink =
model.CreateParametricPointConnector("PPC_Bucket_BktTrLink");
PPC_Bucket_BktTrLink.Point.ParametricPoint = PP_Bucket_BktTrLink;
IParametricPointConnector PPC_BktTrLink_CylRod =
model.CreateParametricPointConnector("PPC_BktTrLink_CylRod");
PPC_BktTrLink_CylRod.Point.ParametricPoint = PP_BktTrLink_Rod;
IParametricPointConnector PPC_Cyl_End =
model.CreateParametricPointConnector("PPC_Cyl_End");
PPC_Cyl_End.Point.ParametricPoint = PP_DipperStick_Cyl;
IParametricPointConnector PPC_Rod_End =
model.CreateParametricPointConnector("PPC_Rod_End");
PPC_Rod_End.Point.ParametricPoint = PP_BktTrLink_Rod;

IParametricValueConnector PVC_Cyl_Amplitude =
model.CreateParametricValueConnector("PVC_Cyl_Amplitude");
PVC_Cyl_Amplitude.Value.ParametricValue = PV_Cyl_Amplitude;
```

7. 在创建 PPCs 和 PVCs 的代码下，添加如下代码，从而更改 Crank_Link_R 的第二个点和法线方向。

```
IGeometryLinkGeoLink1 = BodyCrankLinkR.GetEntity("Link1") as IGeometryLink;
GeoLink1.SecondParametricPoint = PP_CrankR_BktTrLink;
GeoLink1.SetNormalDirection(0, 1, 0);
```

8. 在 File 菜单中，点击 SavePNetFunction.cs 来保存文件。

创建运动副：

1. 在本节中，用户将创建用于挖掘机模型的运动副。

   在前面步骤中创建的 Import()函数中，加入如下代码来创建固定副。

```
refFrame1.SetOrigin(4440.16, -387.85255, 4768.1811);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 90, 0);
IJointFixed FixedJoint_Dipper_Ground =
model.CreateJointFixed("Fixed_Dipper_Ground", BodyGround,
BodyDipperStick, refFrame1);

refFrame1.SetOrigin(6191.0835, -207.8525, 1340.8818);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZYX, 0, 0, 0);
IJointFixed FixedJoint_Bucket_BucketJoint =
model.CreateJointFixed("Fixed_Bucket_BucketJoint", BodyBucket, BodyJoint,
refFrame1);
FixedJoint_Bucket_BucketJoint.BaseMarker.RefFrame.EulerAngle.Beta.Paramet
ricValue = PV_BucketJointAngle;

refFrame1.SetOrigin(5679.2685, -207.8525, 62.560441);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 90, 0);
IJointFixed FixedJoint_BucketTip_Bucket =
model.CreateJointFixed("Fixed_BucketTip_Bucket", BodyDummyBucketTip,
BodyBucket, refFrame1);

refFrame1.SetOrigin(6100, -207.8525, 4200);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 0, 0);
IJointFixed FixedJoint_DrivingForceBody =
model.CreateJointFixed("Fixed_DrivingForceBody", BodyGround,
BodyDummyDrivingForceBody, refFrame1);
```

2. 加入如下代码，创建旋转副。

```
refFrame1.SetOrigin(5506.1017, 62.147449, 2231.9959);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 180, 90, 90);
IJointRevolute RevJoint_Dipper_Crank_L =
model.CreateJointRevolute("Rev_Dipper_Crank_L", BodyCrankLinkL,
BodyDipperStick, refFrame1);

refFrame1.SetOrigin(5504.8615, -207.8525, 1879.9098);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 180, 90, 90);
IJointRevolute RevJoint_Dipper_Bucket =
model.CreateJointRevolute("Rev_Dipper_Bucket", BodyDipperStick,
BodyBucket, refFrame1);

refFrame1.Origin.ParametricPoint = PP_CrankL_BktTrLink;
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 180, 90, 90);
IJointRevolute RevJoint_BktTrLink_Crank_L =
model.CreateJointRevolute("Rev_BktTrLink_Crank_L", BodyCrankLinkL,
BodyBktTrLink_CylRod_Cylinder, refFrame1);
RevJoint_BktTrLink_Crank_L.ActionMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_CrankL_BktTrLink;
RevJoint_BktTrLink_Crank_L.BaseMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_CrankL_BktTrLink;

refFrame1.Origin.ParametricPoint = PP_Bucket_BktTrLink;
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 180, 90, 90);
IJointRevolute RevJoint_Bucket_BktTrLink =
model.CreateJointRevolute("Rev_Bucket_BktTrLink", BodyJoint,
BodyBktTrLink_Bucket_BktTrLink_Cylinder, refFrame1);
RevJoint_Bucket_BktTrLink.ActionMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_Bucket_BktTrLink;
RevJoint_Bucket_BktTrLink.BaseMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_Bucket_BktTrLink;

refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 90, 0);
IJointRevolute RevJoint_Dipper_Crank_R =
model.CreateJointRevolute("Rev_Dipper_Crank_R", BodyCrankLinkR,
BodyBktTrLink_Right_Link, refFrame1);
RevJoint_Dipper_Crank_R.ActionMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_CrankR_BktTrLink;
RevJoint_Dipper_Crank_R.BaseMarker.RefFrame.Origin.ParametricPoint =
PP_CrankR_BktTrLink;

refFrame1.SetOrigin(5506.1017, -477.85255, 2231.9959);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0,90,0);
IJointRevolute RevJoint7 = model.CreateJointRevolute("RevJoint3",
BodyDipperStick, BodyCrankLinkR, refFrame1);

refFrame1.Origin.ParametricPoint = PP_DipperStick_Cyl;
IJointRevolute RevJoint8 = model.CreateJointRevolute("RevJoint4",
BodyDipperStick, BodyHydraulicCylinder_Cylinder, refFrame1);

refFrame1.Origin.ParametricPoint = PP_BktTrLink_Rod;
IJointRevolute RevJoint9 = model.CreateJointRevolute("RevJoint5",
BodyHydraulicCylinder_Rod, BodyBktTrLink_CylRod_Cylinder, refFrame1);
```

3. 在 File 菜单中，点击 SavePNetFunction.cs 来保存文件。

创建力:

4. 在本节中，用户将创建用于挖掘机模型的力。

5. 在前面步骤中输入的代码下，输入下列代码来创建力。

```
refFrame1.SetOrigin(5679.2685, -207.8525, 62.560441);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 90,90,-90);
refFrame2.SetOrigin(5579.2685, -207.8525, 62.560441);
refFrame2.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 90, 90, -90);

IForceAxial ForAxial1 = model.CreateForceAxial("BucketTipLoad",
BodyDummyBucketTip, BodyBucket, refFrame2, refFrame1);
ForAxial1.ForceDisplay = ForceDisplay.Action;
ForAxial1.Expression = Ex_BucketTipLoad;

refFrame1.SetOrigin(6400, -207.8525, 4200);
refFrame1.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 90, 0);
IMarker Marker02 = Sub02.CreateMarker("Marker1", BodySub02Mother,
refFrame1);

refFrame2.SetOrigin(6100, -207.8525, 4200);
refFrame2.SetEulerAngleDegree(EulerAngle.EulerAngle_ZXZ, 0, 90, 0);
IForceAxial ForceAxial02 = Sub02.CreateForceAxial("Ex_Rq_CylPow",
BodyDummyDrivingForceBody, BodySub02Mother, refFrame2, refFrame1);
ForceAxial02.ForceDisplay = ForceDisplay.Base;
```

6. 在 File 菜单中，点击 Save PNetFunction.cs 来保存文件。

创建变量方程：

1. 在本节中，用户将创建用于挖掘机模型的变量方程和请求。

2. 在前面步骤中输入的代码下，输入下列代码，创建变量方程和请求。

   - model.Redraw()函数重新生成了工作框中的图形。

```
IExpression Ex_MaxPosRot = model.CreateExpression("Ex_MaxPosRot", "0");
IVariableEquation VE_MaxPosRot =
model.CreateVariableEquation("VE_MaxPosRot", Ex_MaxPosRot);
Ex_MaxPosRot.Arguments = new string[] { "Bucket.Marker3",
"DipperStick.Marker3", "VE_MaxPosRot" };
Ex_MaxPosRot.Text = "IF(VARVAL(3)-AZ(1,2):AZ(1,2),VARVAL(3),VARVAL(3))";

IExpression Ex_MaxNegRot = model.CreateExpression("Ex_MaxNegRot", "0");
IVariableEquationVE_MaxNegRot =
model.CreateVariableEquation("VE_MaxNegRot", Ex_MaxNegRot);
Ex_MaxNegRot.Arguments = new string[] { "Bucket.Marker3",
"DipperStick.Marker3", "VE_MaxNegRot" };
Ex_MaxNegRot.Text = "IF(AZ(1,2)-VARVAL(3):AZ(1,2),VARVAL(3),VARVAL(3))";

Ex_BucketTipLoad.Arguments = new string[] { "Bucket.Marker3",
"DipperStick.Marker3" };
Ex_BucketTipLoad.Text = "50000*IF(WZ(1,2,2):0,0,1)";
IExpression Ex_CylinderPower = model.CreateExpression("Ex_CylinderPower",
"0");
Ex_CylinderPower.Arguments = new string[] { "Ground.Marker2",
"DrivingForceBody.Marker1@HydraulicCylinder",
"Rod.Marker1@HydraulicCylinder", "Cylinder.Marker1@HydraulicCylinder" };
Ex_CylinderPower.Text = "FX(1,2,2)*VZ(3,4,4)";
IRequestExpression ExRq_CylPow =
Sub02.CreateRequestExpression("ExRq_CylPow", Ex_CylinderPower,
Ex_MaxPosRot, null, null, null, null);

model.Redraw();
```

3. 在 File 菜单中，点击 Save PNetFunction.cs 来保存文件。

4. 在 Build 菜单中，点击 Build Excavator。检查 IDE 窗口底部的 Error List 框中是否显示了任何错误或警告。如果有的话，改正错误。

将函数关联到对话窗口

本节学习如何在用户点击对话窗口的导入按钮时调用 Import()函数。

将函数关联到对话窗口:

1. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs。
2. 在菜单中点击 View Code。
3. 输入如下代码。(输入粗体文字)
   - 创建一个 PNetFunction 实例，调用导入功能。

```
public partial class ExcavatorDialog : Form
{
        IApplication application;
        stringstrFilePath;
        string[,] strExcavatorPartName = new string[7, 2];
        PNetFunction Function;

        publicExcavatorDialog(IApplication app)
        {
                InitializeComponent();
                application = app;
                Function = new PNetFunction(application);
        }
```

4. 在 btImport_Click()函数中，输入下列代码，用 PNetFuction 实例来调用 Import()函数。(输入粗体文字）

```
private void btImport_Click(object sender, EventArgs e)
{
        UpdateDB();
        Function.Import(strExcavatorPartName);
}
```

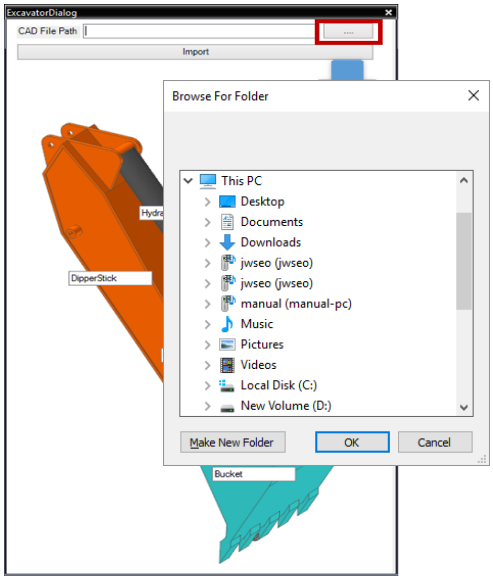
5. 在 File 菜单中，点击 SaveExcavatorDialog.cs，保存文件。

测试对话窗口

本节测试所创建的应用能否正确运行。

运行应用:

1. 在 Build 菜单中，点击 Build Excavator。检查 IDE 窗口底部的 Error List 框中是否显示了任何错误或警告。如果有的话，改正错误。
2. 在 RecurDyn 的 Customize 标签中的 ProcessNet(General)组下，点击 Run。
3. 在 ProcessNet Manager 对话窗口下半部的树状图中，点击 Excavator 下的 Run。
4. 在 ProcessNet Manager 对话窗口中，点击 Run 按钮。
5. 对话窗口如右图所示。
6. 在对话窗口中点击…按钮。
7. Browse For Folder 对话窗口弹出后，指定文件导出的路径。(在本教程中，文件位于“<InstallDir>/Help/Tutorial /ProcessNet/General/Excavator/Excavator”目录下。)
8. 确认文件路径已在 CAD 文件路径中输入后，点击 Import 按钮。



9. 挖掘机模型会自动出现，如下图所示。
10. 点击对话窗口右上角的×按钮，关闭挖掘机对话窗口。
11. 关闭 ProcessNet Manager 对话窗口。

Chapter

5

分析模型

任务目标

本章创建一个函数，实现当用户在对话窗口中更改元素值时，把更改后的值应用于模型，同时还将学习如何在对话窗口中进行模型分析。

预计完成本任务的时间

10 分钟

编辑对话窗口的布局

本节在对话窗口中增加一个文本框和一个按钮，使用户可以在对话窗口中执行模型分析和绘图。

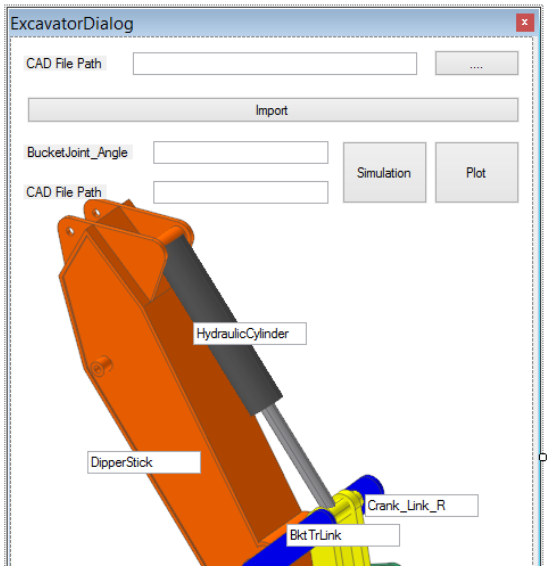
编辑对话窗口的布局:

1. 在 Project Explorer 中，双击 ExcavatorDialog.cs。ExcavatorDialog.cs 对话窗口会在 Project Editor 框中出现。

2. 选择 ToolBox，并将如下控件加入 Common Controls 列表。然后更改这些控件的值。

对话框元素	文本	名称	位置	大小
Button1	Simulation	btSimulation	292, 90	75, 57
Button2	Plot	btPlot	373, 90	75, 57
TextBox1		tbBucketJointAngle	126, 92	154, 20
TextBox2		tbCrankLength	126, 127	154, 20
Label1	BucketJoint_Angle	lbBucketJointAngle	12, 95	83, 12
Label2	Crank_Length	lbCrankLength	12, 130	83, 12

3. 在 File 菜单中，点击 SaveExcavatorDialog.cs 来保存文件



模型分析功能

本节创建一个函数，实现当在对话窗口更改液压缸长度和挖斗角度时，将更改后的值应用于模型。当点击相应按钮时，代码会执行模型分析。

模型分析功能

1. 在 Project Explorer 中，双击 PnetFunction.cs。
2. 在前面章节中创建的 Import()函数下，创建一个 Simulation 函数。
   - 输入如下代码，用对话窗口中的 Bucket Joint Angle 和 Crank Length 值更改 PV_DeltaCrankLength 和 PV_BucketJointAngleDeg 的参数值。

```
public void Simulation(double[] dPVValue)
{
        modelDocument = application.ActiveModelDocument;
        model = modelDocument.Model;

        IParametricValue PV_DeltaCrankLength =
        model.GetEntity("PV_DeltaCrankLength") as IParametricValue;
        IParametricValue PV_BucketJointAngleDeg =
        model.GetEntity("PV_BucketJointAngleDeg") as IParametricValue;
        PV_BucketJointAngleDeg.Value = dPVValue[0];
        PV_DeltaCrankLength.Value = dPVValue[1];
        model.Redraw();

        modelDocument.ModelProperty.DynamicAnalysisProperty.SimulationStep.Value
        = 400;
        modelDocument.ModelProperty.DynamicAnalysisProperty.SimulationTime.Value
        = 4;
        modelDocument.Analysis(AnalysisMode.Dynamic);
}
```

3. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs，并点击 View Designer。
4. 在双击 Simulation 按钮后创建出的函数中，输入如下代码。

```
private void btSimulation_Click(object sender, EventArgs e)
{
        Double dAngle = Convert.ToDouble(this.tbBucketJointAngle.Text);
        Double dLength = Convert.ToDouble(this.tbCrankLength.Text);
        double[] dPVValue = new double[] { dAngle , dLength};
        Function.Simulation(dPVValue);
}
```

5. 在 File 菜单中，点击 SaveExcavatorDialog.cs，保存文件。

Chapter

6

自动创建绘图

任务目标

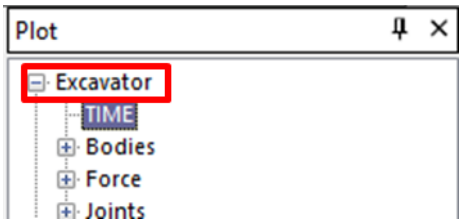
本章学习 ProcessNet 中用于绘图的命令。

预计完成本任务的时间

10 分钟

绘图函数

使用绘图函数:



1. 在 Project Explorer 中，双击 PnetFunction.cs。
2. 在前面章节中创建的 Simulation()函数下，创建如下绘图函数。

   - 对 GetPlotData 来说，“EXCAVATOR”是绘图的基础，这个基础可能会随 RecurDyn 版本的不同而有所差别。
   - 用 ActivateView 功能，明确视图。

```
public void Plot()
{
        modelDocument = application.ActiveModelDocument;
        plotDocument = modelDocument.CreatePlotDocument(PlotDocType.WithRPLT);

        double[] Time = plotDocument.GetPlotData("EXCAVATOR/TIME");
        double[] dRelative = plotDocument.GetPlotData
        ("EXCAVATOR/Joints/TraJoint1@HydraulicCylinder/Pos1_Relative");
        double[] dDrivingForce = plotDocument.GetPlotData
        ("EXCAVATOR/Joints/TraJoint1@HydraulicCylinder/Driving_Force");
        double[] dPos1_Relative = plotDocument.GetPlotData
        ("EXCAVATOR/Joints/Rev_Dipper_Bucket/Pos1_Relative");

        plotDocument.PlotShowWindowType(ShowWindowOption.ShowAll);
        plotDocument.LoadAnimation(PlotWindowPosition.LeftLower);

        plotDocument.ActivateView(0, 0);
        plotDocument.DrawPlot("Relative", Time, dRelative);
        plotDocument.DrawPlot("DrivingForce", Time, dDrivingForce);
        plotDocument.SimpleMathMultiply(0, 1, false, true);

        plotDocument.ActivateView(0, 1);
        plotDocument.DrawPlot("Post Relative", Time, dPos1_Relative);
}
```

3. 在 Project Explorer 中，右键点击 ExcavatorDialog.cs，并点击 View Designer。
4. 双击 Plot 按钮。
5. 在所创建的函数下，输入如下绘图函数。

```
private void btPlot_Click(object sender, EventArgs e)
{
        Function.Plot();
}
```

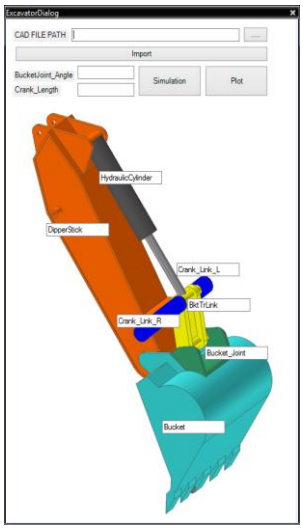
6. 在 File 菜单中，点击 SaveExcavatorDialog.cs 来保存文件。

测试所创建的应用

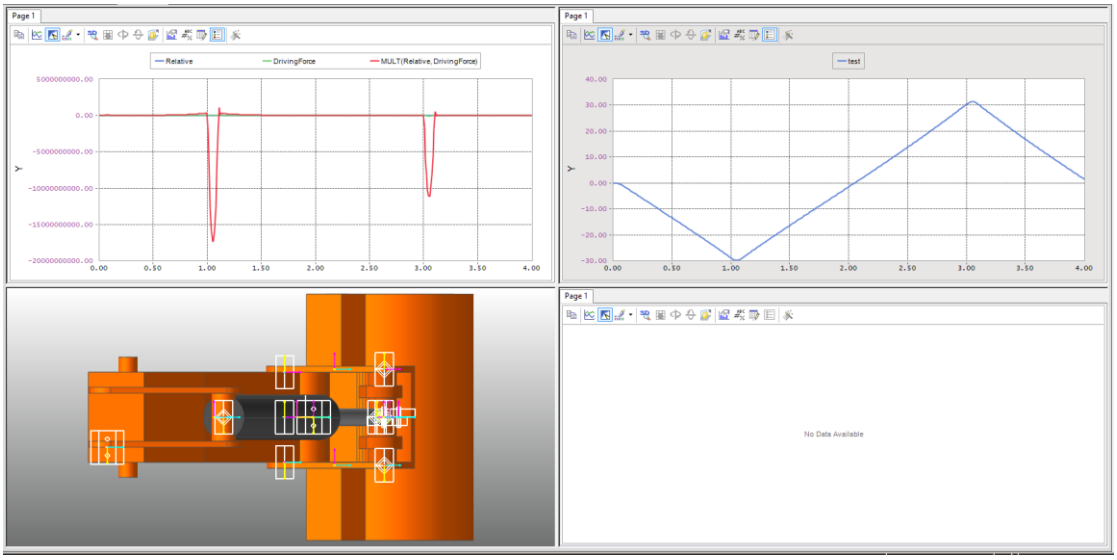
本节测试所创建的应用能否正确运行。

运行应用:

1. 在 Build 菜单中，点击 BuildSolution。检查 IDE 窗口底部的 ErrorList 框中是否显示了任何错误或警告。如果有的话，改正错误。
2. 在 RecurDyn 的 Customize 标签中的 ProcessNet(General)组下，点击 Run。
3. 在 ProcessNet 管理器对话窗口下半部的树状图中，点击 Excavator 下的 Run。
4. 在 ProcessNet Manager 对话窗口中，点击 Run 按钮。
5. 对话窗口如右图所示。
6. 在对话窗口中, BucketJoint_Angle 和 Crank_Length 值都输入 0。
7. 点击仿真按钮，确认 PV_DeltaCrankLength 和 PV_BucketJointAngleDeg 的值变为用户输入的 BucketJoint_Angle 和 Crank_Length 值，同时根据新的值执行了模型分析。



8. 分析完成后，点击 Plot 按钮，绘制如下所示的图。



9. 关闭 Excavator 对话窗口。
10. 关闭 ProcessNet Manager 对话窗口。

感谢学习本教程!