概述

行为树是一种用于实现怪物、Boss等非玩家控制角色复杂行为的工具。
行为树是目前最常见的两种用来实现游戏角色AI的工具之一，另一种是有限状态机。

Megumin AI BehaviorTree是为AAA和独立游戏设计的行为树编辑器插件。
提供可视化编辑器，无需编写代码即可创建行为树。可以让设计师快速创建复杂的AI。
解决了许多传统行为树编辑器的使用痛点，值得不满足于传统行为树编辑器的用户尝试。

Summary

为AAA和独立游戏设计的行为树插件。可以快速创建复杂的AI。

Description

- 符合人类直觉的行为树架构，更加易于学习。
  增加装饰器设计。条件装饰器使行为树用户界面更直观、更易读。
- 非常易于扩展，仅需几行代码就可以自定义节点和UI样式。
- 强大的数据绑定系统。可以在行为树中使用，也可以独立使用。
- 完整的子树支持，编辑器支持多个窗口，可以同时编辑和Debug父树和子树。
- 解决了许多传统行为树的使用痛点，值得不满足于传统行为树的用户尝试。

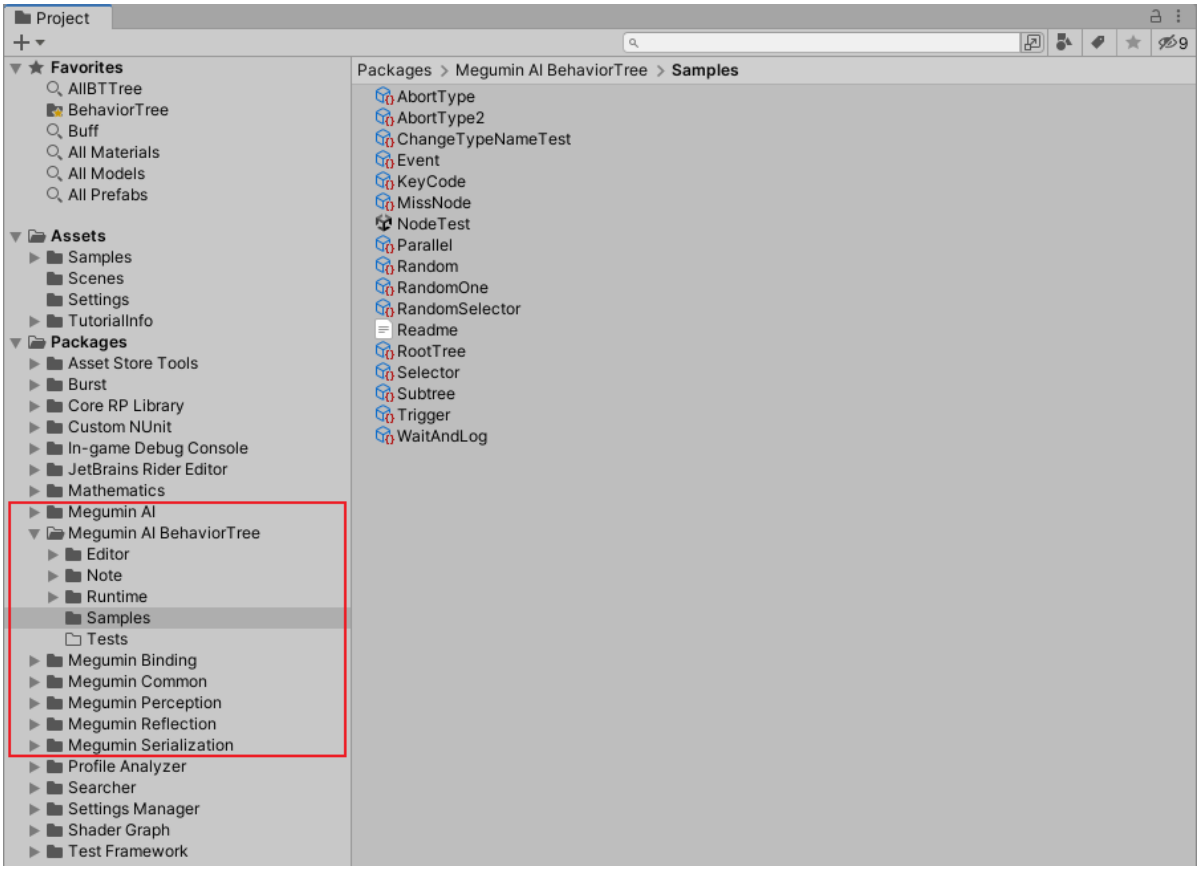
[Samples | Feedback | Wiki | Upgrade Guide | QQ Group | Discord]

注意：升级版本前请务必备份工程！！！

安装

文件夹介绍

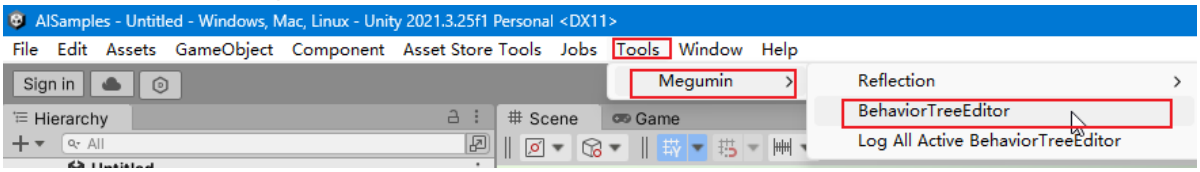
导入插件后，可以看到如下文件夹：



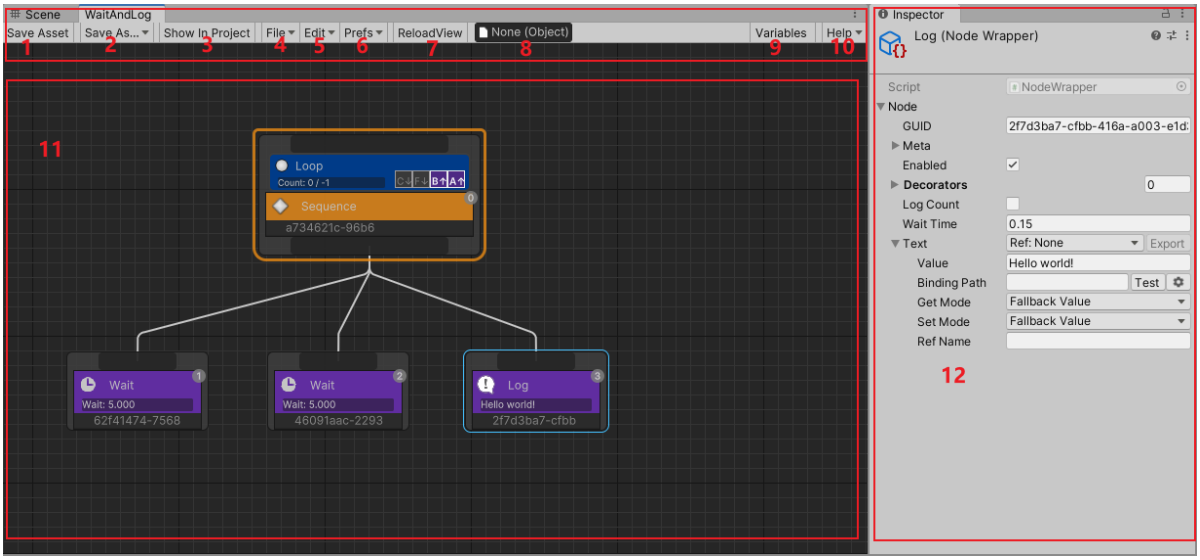
- com.megumin.ai
  AI模块的基础代码，标准接口定义
- com.megumin.ai.behaviortree
  行为树运行时和编辑器代码
    - Samples
      行为树示例
- com.megumin.perception
  AI感知模块代码
- com.megumin.binding
  megumin系列插件的参数绑定模块代码
- com.megumin.common
  megumin系列插件的公共模块代码
- com.megumin.reflection
  megumin系列插件的反射模块代码
- com.megumin.serialization
  megumin系列插件的序列化模块代码

编辑器窗口介绍

在编辑器菜单Tools/Megumin/BehaviorTreeEditor，即可打开编辑器窗口。



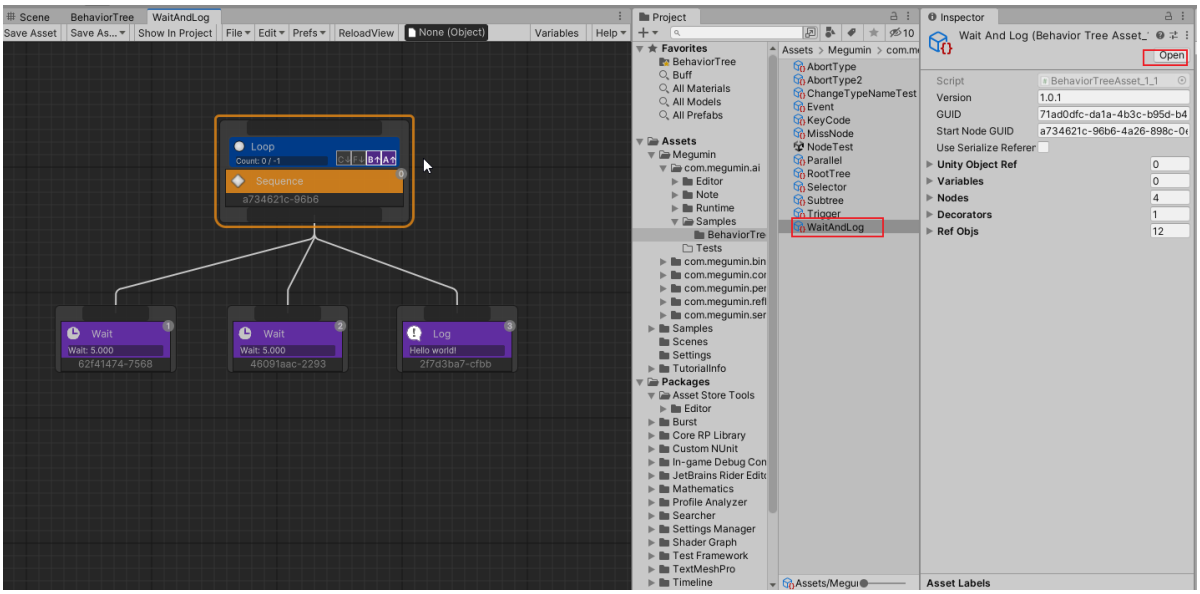
编辑器窗口说明：



1. 保存行为树资产 双击按钮时强制保存
2. 另存行为树资产
3. 在项目窗口选择当前行为树资产
4. 文件菜单
5. 编辑菜单
6. 编辑器偏好菜单
7. 强制重新载入行为树
8. Debug实例对象
9. 参数表开关
10. 帮助按钮
11. 编辑器主界面
12. Inspector窗口，显示选中节点的详细信息。

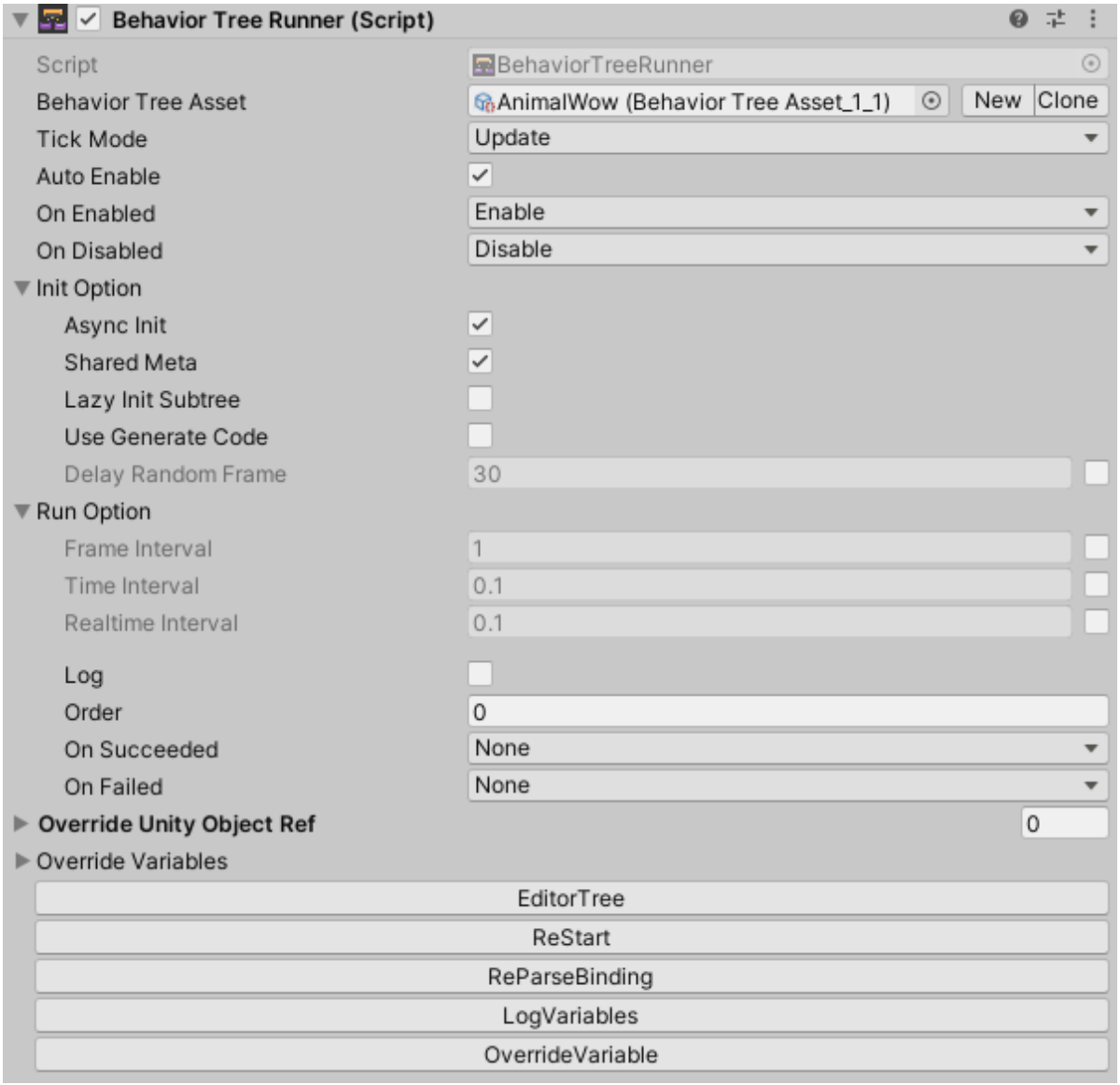
创建行为树资产

在Project窗口，Create/Megumin/AI/BehaviorTreeAsset，创建行为树资产。双击行为树资产即可打开行为树编辑器。



组件

BehaviorTreeRunner是执行行为树资产的组件。
负责初始化行为树实例，并将行为树实例注册到Manager。
可以设置行为树的具体执行参数。



实例化参数 InitOption：

- AsyncInit
  使用多线程和异步实例化行为树实例。
  缺点是不会在当前帧立刻完成并执行行为树。
  并且初始化过程不能调用unity方法。
  （WebGL平台下无效，不支持多线程）

- BeforeBindAgentDelayFrame
  实例化之后，绑定代理对象前，延迟帧数。

- BeforeParseBindingDelayFrame
  绑定代理对象之后，解析可绑定对象前，延迟帧数。

- SharedMeta
  同一个行为树文件创建的实例，共享meta信息，主要是节点描述，节点坐标等运行时无关信息。

- LazyInitSubtree
  延迟实例化子树，第一次执行到子树节点时实例化。
  默认值是false。
- UseGenerateCode
  使用生成的代码实例化行为树。
- DelayMinFrame
  实例化之后，第一次Tick之前，延迟加入Manager的最小帧数。
- DelayRandomFrame
  实例化之后，第一次Tick之前，延迟随机帧数后，加入Manager。
  当同时实例化大量行为树时，并设置了执行间隔时，可以将实例分散到多个帧执行，用来防止尖峰帧卡顿。
  - DelayFrame与初始化过程无关。
  - DelayRandomFrame的设计目的是，如果行为树实例不是每帧更新，则将所有实例随机分配到多个帧上更新，避免同一帧更新大量实例导致卡顿。
    例如：每30帧更新一次，有10个行为树实例tree0~tree9，
    我们期望的是，这个10个行为树，分散在多个帧上进行更新，而是不在Frame0一次更新10个行为树，造成尖峰帧，而Frame1~Frame29在发呆。
    DelayRandomFrame开启后，会随机延迟将行为树实例添加到Manager中，达到的效果近似是 Frame0 更新 tree0，Frame3 更新 tree1，Frame5 更新 tree2。等等.....

如果根行为树使用多线程初始化，那么应该同时初始化子树，因为不会阻塞主线程。
如果根行为树使用Unity主线程初始化，那么应该延迟初始化子树，尽量不要让大量计算发生在同一帧。

运行参数 RunOption：

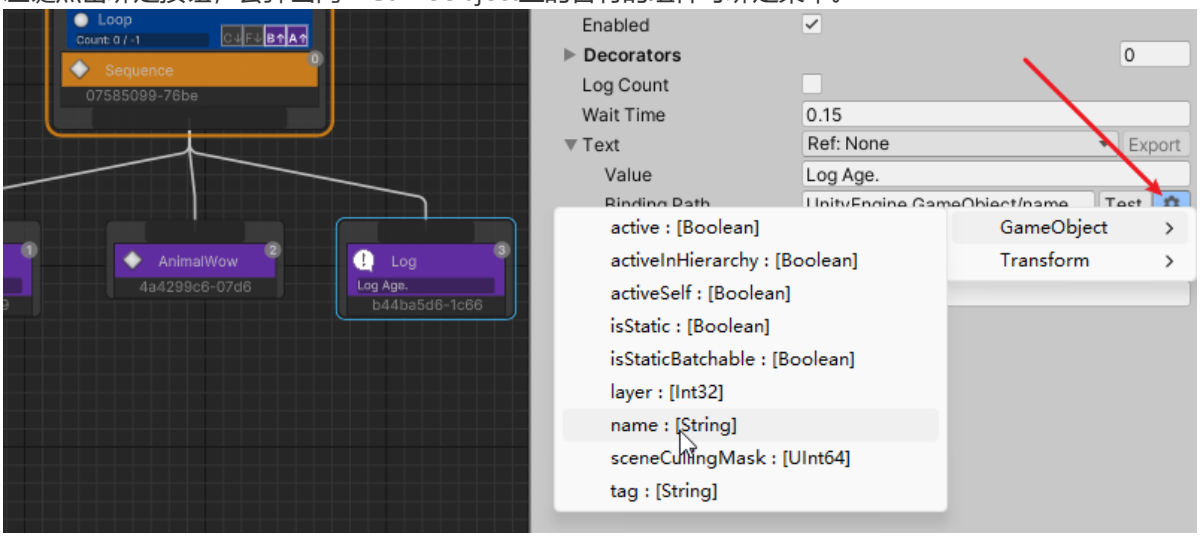
- FrameInterval
  执行的帧间隔
- TimeInterval
  执行的游戏时间间隔
- RealtimeInterval
  执行的实时时间间隔
- Log
  打印节点切换等关键位置日志
- Order
  暂时没有作用，预留的参数。
- OnSucceeded
  当行为树执行成功时应该执行的操作，要不要重启行为树实例。
- OnFailed
  当行为树执行失败时应该执行的操作，要不要重启行为树实例。

变量绑定

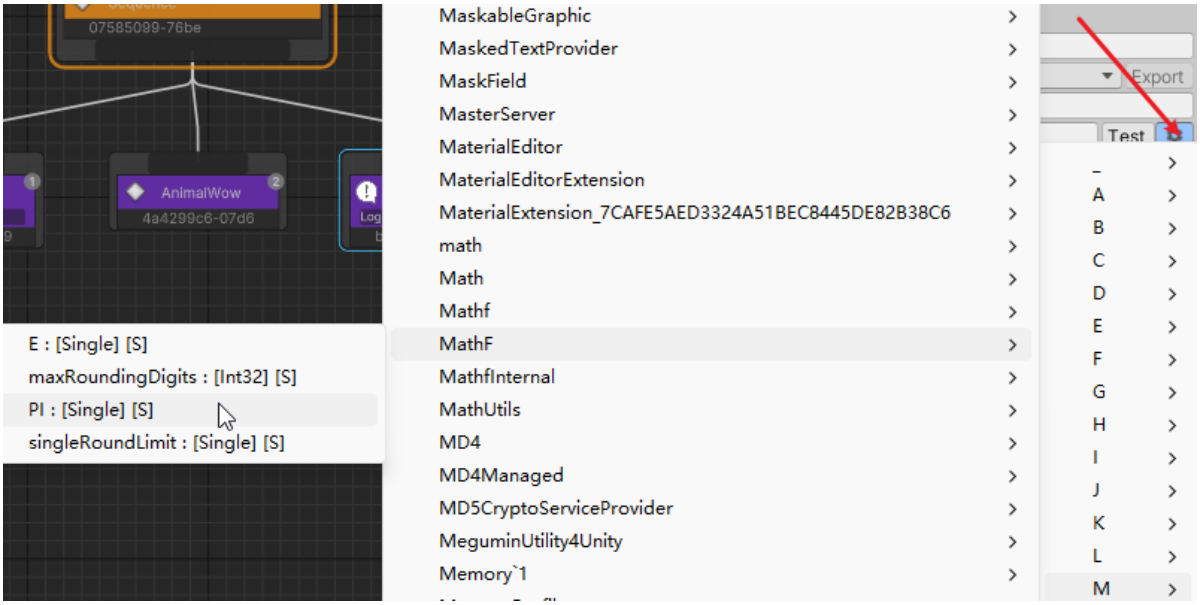
在行为树中的变量，可以绑定到与BehaviorTreeRunner存在于同一GameObject上的任何组件上。
可以绑定属性或字段，也可以绑定到静态属性/字段。数据绑定可以是只读的，也可以是读写的。

将变量绑定到一个成员时，任何时刻访问成员值，都是成员的最新值。
这非常强大，它实现了行为树直接访问业务逻辑的属性，可以将对象的某个成员直接作为行为树的执行条件，而不需额外编码。

所有可绑定变量在Inspector上，都会有一个齿轮按钮。
左键点击绑定按钮，会弹出同一GameObject上的含有的组件可绑定菜单。



右键点击绑定按钮，会弹出当前项目所有的组件可绑定菜单，项目组件比较多时可能会卡顿。



注意：你可以将参数绑定到一个GameObject上不存在的组件的成员上，这在编辑器是合法的。因为这个组件可能在prefab上还不存在，需要在运行时动态添加。
但你必须保证行为树开始初始化绑定前添加组件，或者在添加组件后手动调用行为树的参数绑定方法。
即使最终绑定的组件不存在，也不会影响整个行为树执行。在访问这个变量时，可以返回类型的默认值。

中键点击绑定按钮，可以测试绑定路径。

自定义变量类型

可以定义自己的变量类型，建议从`Megumin.Binding.RefVar<T>`继承。
还也可以创建一个VariableCreator，添加到`VariableCreator.AllCreator`中。

在Unity2023及以后的版本中，可以直接使用泛型变量。
例如`RefVar<MyTestVarData>`,不再需要额外写一个特化类型`RefVar_MyTestVarData`。

```
[Serializable]
public class MyTestVarData
{
    public int a = 0;
}

[Serializable]
[DebuggerTypeProxy(typeof(DebugView))]
public class RefVar_MyTestVarData : RefVar<MyTestVarData> { }

public class VariableCreator_MyTestVarData : VariableCreator
{
    public override string Name { get; set; } = "MyTest/Date";

    public override IRefable Create()
    {
        return new RefVar_MyTestVarData() { RefName = "MyTestVarData" };
    }

#if UNITY_EDITOR
    [UnityEditor.InitializeOnLoadMethod]
#endif

 //[UnityEngine.RuntimeInitializeOnLoadMethod(RuntimeInitializeLoadType.BeforeSceneLoad)]
    static void AddToAllCreator()
    {
        VariableCreator.AllCreator.Add(new VariableCreator_MyTestVarData());
        //Or insert.
        //VariableCreator.AllCreator.Insert(0,new VariableCreator_MyTestVarData());
    }
}
```

节点

开始节点

可以将行为树的任意一个节点标记为开始节点。
执行时从开始节点执行，忽略标记节点的父节点，开始节点执行完成时，视为整个行为树执行完成。

组合节点

- 序列节点（Sequence）
  节点按从左到右的顺序执行其子节点。当其中一个子节点失败时，序列节点也将停止执行。如果有子节点失败，那么序列就会失败。如果该序列的所有子节点运行都成功执行，则序列节点成功。
- 选择节点（Selector）
  节点按从左到右的顺序执行其子节点。当其中一个子节点执行成功时，选择器节点将停止执行。如果选择器的一个子节点成功运行，则选择器运行成功。如果选择器的所有子节点运行失败，则选择器运行失败。
- 平行节点（Parallel）
  同时执行其所有子项（不是多线程）。
  根据FinishMode有不同的行为：
  - AnyFailed
    任意一个子节点失败，返回失败。
  - AnySucceeded
    任意一个子节点成功，返回成功。
  - AnyCompleted
    任意一个子节点完成，返回完成节点的结果。
  - AnySucceededWaitAll
    等待所有子节点都完成，任意一个子节点成功，返回成功。
  - AnyFailedWaitAll
    等待所有子节点都完成，任意一个子节点失败，返回失败。

行为节点

- 等待节点（Wait）
  等待指定时间秒数，然后返回成功。
- 日志节点（Log）
  生成日志，然后返回成功。

子树节点

子树节点可以引用另一个行为树文件。从子树的开始节点执行。
父树的参数表重写子树的同名参数。

写一个新的行为节点

创建一个新的行为节点，需要使用`Megumin.AI`和`Megumin.AI.BehaviorTree`命名空间。

从`BTActionNode`基类继承，并重写`OnTick`方法。

```cs
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using Megumin.AI;
using Megumin.AI.BehaviorTree;

[Category("Action")]
public sealed class NewActionNode : BTActionNode
{
    public bool Success = true;
    protected override Status OnTick(BTNode from, object options = null)
    {
        return Success ? Status.Succeeded : Status.Failed;
    }
}
```

装饰器

可以将一个或多个装饰附加到一个行为树节点上。这个节点称为装饰器的物主节点。
装饰器为物主节点提供额外的功能，或者修改物主节点的完成结果。

- 冷却（Cooldown）
  进入或者完成物主节点后，进入冷却。只有冷却完成才能再次进入物主节点。
- 反转（Inverter）
  反转物主节点的完成结果。
- 循环（Loop）
  循环指定次数执行物主节点。
- 日志（DecoratorLog）
  在物主节点指定行为发生时，生成日志。

条件装饰器

条件装饰器是一种特殊的装饰器，用C↓表示，从上到下执行，用于判断节点能否进入。
常用的条件装饰器包括：CheckBool，CheckInt，CheckFloat，CheckString，CheckLayer，CheckTrigger，CheckEvent，CheckGameObject，MouseEvent，KeyCodeEvent。

写一个新的条件装饰器

创建一个新的条件装饰，需要使用`Megumin.AI`和`Megumin.AI.BehaviorTree`命名空间。

从`ConditionDecorator`基类继承，并重写`OnCheckCondition`方法。
也可以从`CompareDecorator`基类继承，并重写`GetResult`和`GetCompareTo`方法。

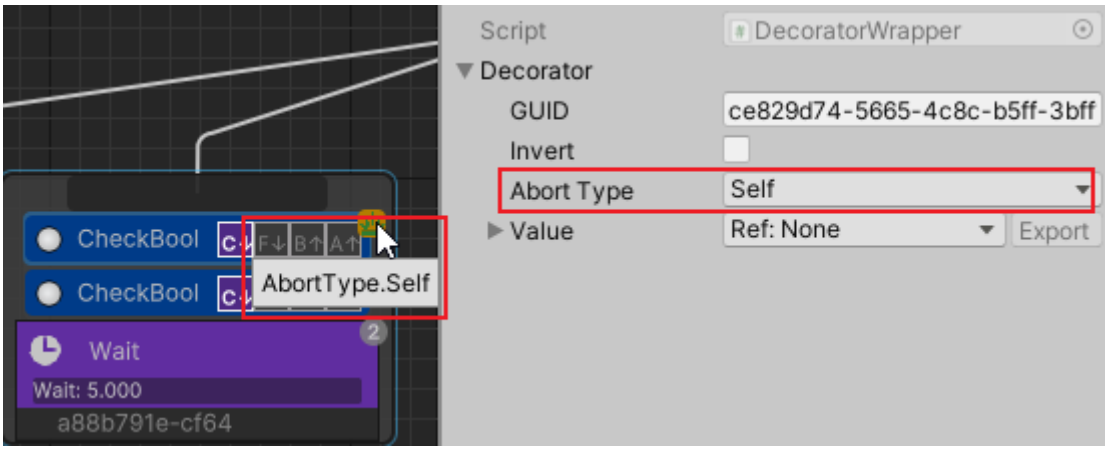
```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using Megumin.AI;
using Megumin.AI.BehaviorTree;

public sealed class NewCondition : ConditionDecorator
{
    protected override bool OnCheckCondition(object options = null)
    {
        return true;
    }
}

public sealed class CheckMyInt : CompareDecorator<int>
{
    public RefVar_Int Left;
    public RefVar_Int Right;

    public override int GetResult()
    {
        return Left;
    }

    public override int GetCompareTo()
```

```
    {
        return Right;
    }
}
```

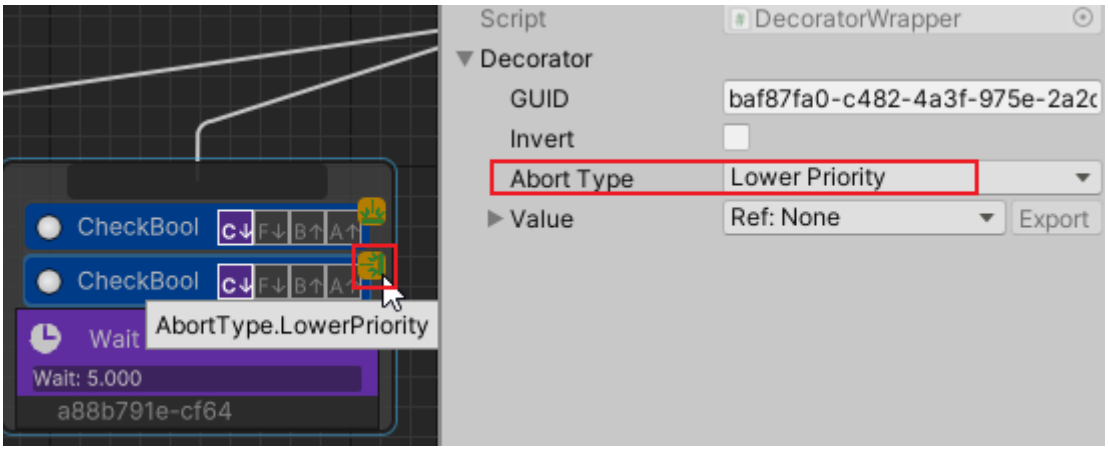
条件终止

在节点已经开始执行，并且没有完成时，如果特定条件发生改变，终止当前正在运行的节点，切换到其他节点。
两种终止类型：Self和LowerPriority。

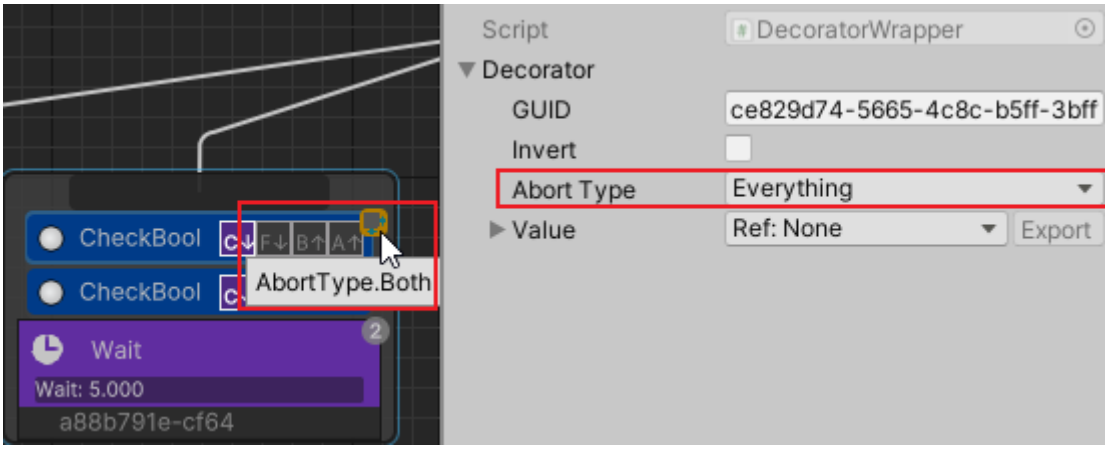
Self终止下侧节点。



LowerPriority终止右侧节点。



Both同时终止右侧和下侧节点。



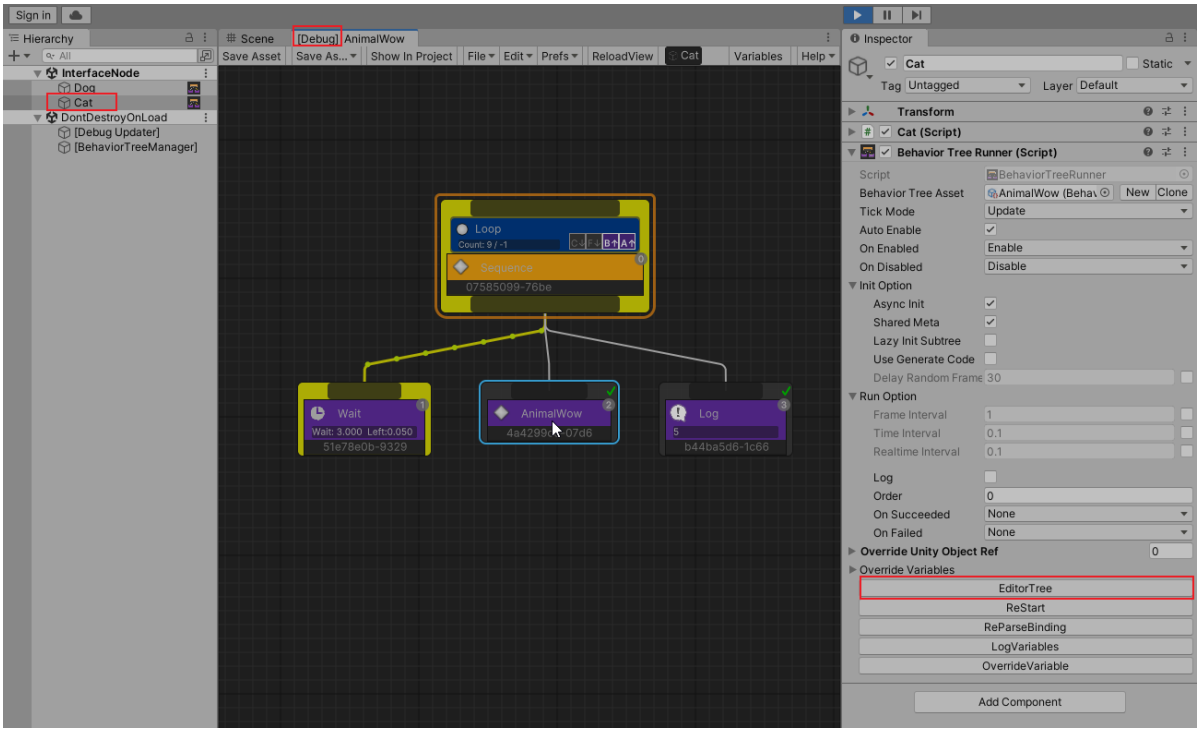
节点特性

用户自定义节点时，可以使用下列特性，改变节点在编辑器的默认行为。

- [x] Category
  设置编辑器中在创建节点时上下文菜单中的类别。
- [x] DisplayName
  设置编辑器中节点的自定义名字。
- [x] Icon
  设置编辑器中节点的自定义图标。
- [x] Description
  设置编辑器中节点的自定义描述。
- [x] Tooltip
  设置编辑器中节点的自定义提示信息。
- [x] Color
  设置编辑器中节点的自定义颜色。
- [x] HelpURL
  设置编辑器中节点的帮助文档链接。
- [x] SerializationAlias
  设置编辑器中节点的序列化别名。当自定义节点类名重命名时，这个特性非常有用。
- [x] SetMemberByAttribute
  反射赋值时查找这个特性，如果设置了回调函数，则使用回调函数对成员赋值。
- [x] NonSerializedByMeguminAttribute
  使用Megumin序列化时，忽略含有这个特性的成员。不会影响Unity默认序列化。

调试

PlayMode时选择Gameobject，并点击EditorTree打开编辑器，会自动进入调试模式。
调试模式的所有改动，都不会改变行为树资产，退出PlayMode时，改动也会消失。



联系方式

- 邮箱： 479813005@qq.com
- 反馈： Issues · KumoKyaku/Megumin.AI.Samples (github.com)
- QQ群：
- Discord: https://discord.gg/6VZbxZgTRU

鸣谢列表

Hazukiaoi, ZhangDi2018, Njyon,