# Orleans

Orleans是一个框架，它提供了一种直接的方法来构建分布式得到规模计算应用程序，而无需学习和应用复杂的并发或其他扩展模式。

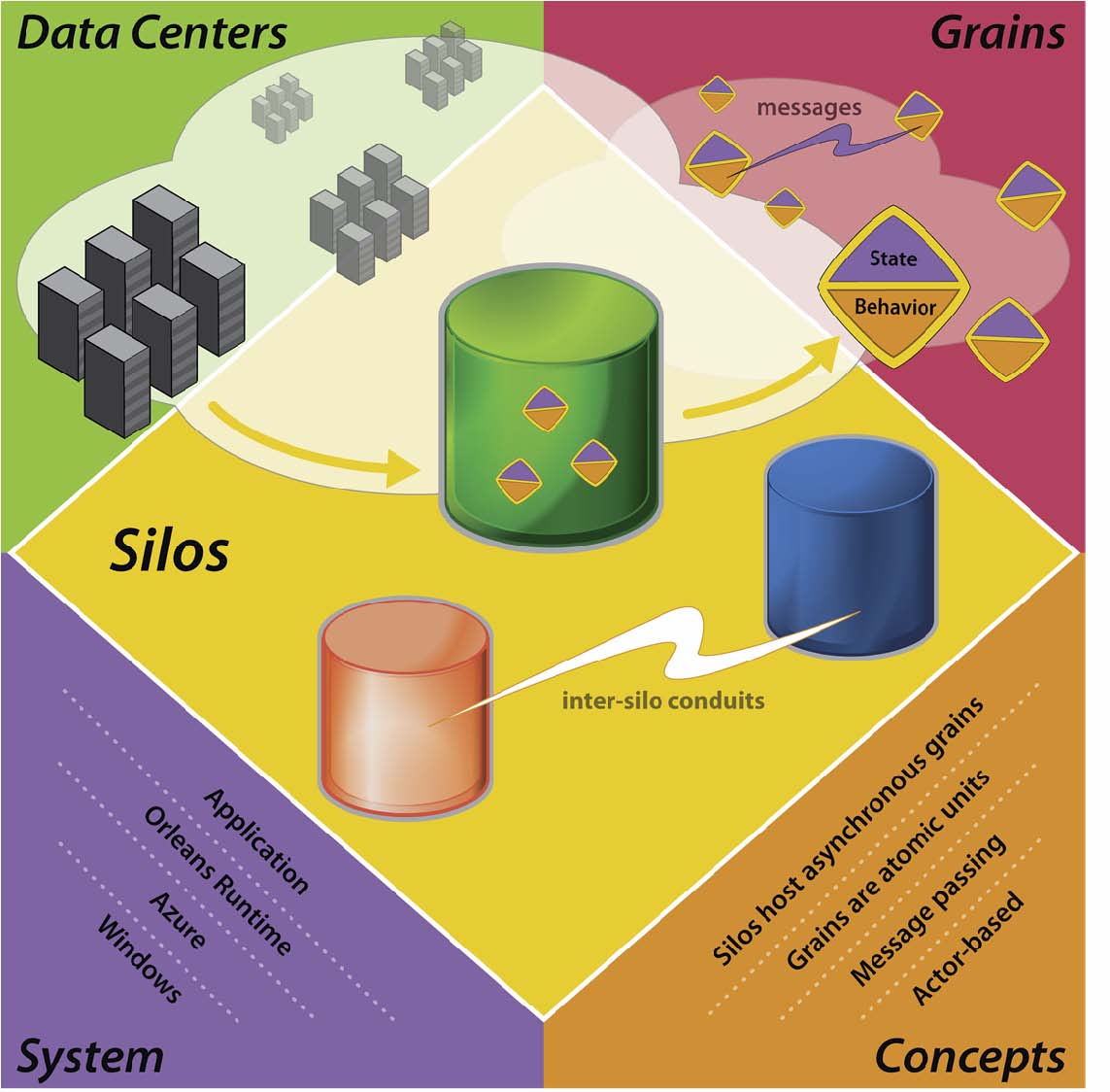
grain类型是一个简单的.NET类，它实现一个或多个应用程序定义的grain接口。单个grain实例是应用程序定义的grain类的实例，它们可以根据需要由服务器上的Orleans运行时自动创建，以处理对这些grain的请求。grains自然映射到大多数应用程序实体，例如用户，设备，会话，库存和订单。这使得构建面向对象的业务逻辑变得非常容易，但是在服务器集群中透明地扩展。每个grain在其应用逻辑选择的grain类型内具有稳定的逻辑标识（密钥），例如，用户电子邮件或设备ID或库存SKU代码。Orleans保证每个单独grain的单线程执行，从而保护应用程序逻辑免受并发和竞争的危险。

## 虚拟Actor

为了避免这些复杂性，我们构建了Orleans编程模型和运行时，它提高了actor抽象的级别。奥尔良针对的不是分布式系统专家的开发人员，尽管我们的专家客户也发现它很有吸引力。它是基于actor的，但与现有的基于actor的平台不同，它将actor视为虚拟实体，而不是物理实体。首先，Orleans actor总是存在。它无法显式创建或销毁。它的存在超越了其任何内存实例化的生命周期，因此超越了任何特定服务器的生命周期。其次，Orleans actor被自动实例化：如果没有actor的内存实例，发送给actor的消息会导致在可用服务器上创建新实例。未使用的actor实例将作为运行时资源管理的一部分自动回收。actor永远不会失败：如果是服务器 崩溃时，发送给 故障服务器上运行的actor的下一条消息 会导致Orleans自动 在另一台服务器上重新实例化actor ，从而无需应用程序监督并明确重新创建失败的actor。第三，actor实例的位置对应用程序代码是透明的，这极大地简化了编程。第四，Orleans以自动创建同一个无状态actor的多个实例，无缝扩展热门actor。

总的来说，奥尔良为开发人员提供了一个虚拟的“actor空间”，类似于虚拟内存，允许他们调用系统中的任何actor，无论它是否存在于内存中。虚拟化依赖于从虚拟actor映射到当前正在运行的物理实例的转接。这种转接性为运行时提供了解决许多硬分布式系统问题的机会，这些问题必须由开发人员解决，例如actor放置和负载平衡，停用未使用的actor，以及服务器故障后的actor恢复，让他们走向正确这是众所周知的困难。因此，虚拟actor方法显着简化了编程模型，同时允许运行时透明地平衡负载和从故障中恢复。

运行时通过分布式目录支持转接，该目录从actor身份映射到其当前物理位置。Orleans通过使用该映射的本地缓存来最小化间接的运行时成本。事实证明，这种策略非常有效。我们的生产服务通常会看到缓存命中率超过90％。



## Orleans优势

* **熟悉的面向对象编程（OOP）范例**

Grains是.NET类，它使用异步方法实现声明的.NET grain接口。因此，粒子对程序员来说似乎是可以直接调用远程对象的方法。这为程序员提供了熟悉的OOP范例，办法是将方法调用转换为消息，将它们路由到正确的端点，调用目标Grain的方法，以完全透明的方式处理故障和极端情况。

* **单线程执行Grain**

运行时保证Grain一次不会在多个线程上执行。结合与其他Grain的隔离，程序员永远不会在Grain级别来自行处理并发性，并且永远不需要使用锁或其他同步机制来控制对共享数据的访问。仅此功能使得分布式应用程序的开发易于为非专业程序员开发。

* **透明激活**

只有在有消息要处理时，运行时才会激活Grain。这清楚地区分了创建对应用程序代码可见和受其控制的Grain的引用以及内存中Grain的物理激活的概念，这对应用程序是透明的。在许多方面，这类似于虚拟内存，因为它决定何时“翻页”（停用）或“页面输入”（激活）Grain; 应用程序可以不间断地访问逻辑创建的Grain的完整“存储空间”，无论它们是否在任何特定时间点都在物理内存中。透明激活通过在硬件资源池中放置和迁移Grain来实现动态的自适应负载平衡。这个功能是对传统actor模型的重大改进

* **位置透明度**

程序员用来调用Grain方法或传递给其他组件的Grain引用（代理对象）只包含Grain的逻辑标识。Oleans运行时透明地完成了Grain的逻辑身份到其物理位置的转换以及相应的消息路由。应用程序代码与Grain通信，同时保持对其物理位置的遗忘，这可能由于故障或资源管理而导致随着时间的推移而改变，或者因为Grain在被调用时被停用。

* **与持久存储透明集成**

Orleans允许将Grain的内存状态声明性映射到持久性存储。它同步更新，透明地保证调用者只有在成功更新持久状态后才能收到结果。扩展和/或定制可用的现有持久存储提供程序集是直截了当的。

* **自动传播错误**

运行时使用异步和分布式try / catch的语义自动在调用链上传播未处理的错误。因此，错误不会在应用程序中丢失。

## 默认情况下透明可伸缩性

Orlean编程模型旨在引导程序员走上可能成功扩展应用程序或服务几个数量级的道路。这是通过结合经过验证的最佳实践和模式以及提供低级系统功能的有效实现来完成的。以下是支持可伸缩性和性能的一些关键因素：

* **应用状态的隐式Grain细分**。

通过使用Grain作为可直接寻址的实体，程序员隐式地打破了应用程序的整体状态。虽然Orleans编程模型没有规定Grain应该有多大或多小，但在大多数情况下，有相对大量的Grain - 数百万或更多 - 是有意义的，每个Grain代表应用程序的自然实体，例如用户帐户或采购订单。由于Grain是可单独寻址的，并且它们的物理位置被运行时抽象掉，Orleans在以透明和通用的方式平衡负载和处理热点方面具有极大的灵活性，而无需应用程序开发人员的任何考虑

* **自适应资源管理**

当Grain与它们相互作用时，Grain不会假设其他Grain的位置。由于这种位置透明性，运行时可以动态方式管理和调整可用硬件资源的分配。运行时通过对计算群集中的Grain的放置和迁移做出细粒度的决策来实现这一点，以响应加载和通信模式 - 而不会使传入的请求失败。通过创建特定Grain的多个副本，运行时可以增加Grain的吞吐量，而无需对应用程序代码进行任何更改。

* **多路通信**

Orleans的Grain具有逻辑端点，并且它们之间的消息传递在一组固定的所有物理连接（TCP套接字）上进行多路复用。这允许运行时托管数百万个可寻址实体，每个Grain具有低OS开销。此外，激活和停用Grain不会产生注册/取消注册物理端点（例如TCP端口或HTTP URL）或甚至关闭TCP连接的成本。

* **高效的安排**。

运行时调度跨自定义线程池执行大量单线程Grains，每个物理处理器核心具有一个线程。使用以非阻塞，基于延续的方式（Orleans编程模型的要求）编写的Grain代码，应用程序代码以非常有效的“协作”多线程方式运行而没有争用。这使系统能够达到高吞吐量并以非常高的CPU利用率（高达90％+）运行，并具有极高的稳定性。事实上，系统中的Grain数量的增加和负载的增加不会导致额外的线程或其他OS原语，这有助于单个节点和整个系统的可扩展性。

* **显式异步**。

Orleans编程模型使分布式应用程序的异步特性明确，并指导程序员编写非阻塞异步代码。结合异步消息传递和高效调度，无需明确使用多线程即可实现大规模的分布式并行性和总体吞吐量。

# Grain

## Grain是什么

Grains是Orleans编程模型的关键原语。Grains是Orleans应用程序的构建块，它们是隔离，分发和持久性的原子单元。Grains是表示应用程序实体的对象。就像在经典的面向对象编程中一样，Grain封装了实体的状态并在代码逻辑中对其行为进行编码。Grains可以通过调用彼此通过接口公开的方法来保持彼此的引用并进行交互。

Orleans旨在大大简化构建可伸缩应用程序并消除大多数并发性挑战

* 在两个Grain之间不共享数据，除非通过消息传递。
* 通过为每个单独的Grain提供单线程执行保证。

典型的Grain封装单个实体（例如特定用户或设备或会话）的状态和行为。

## 命周期：

1. 一个Grain或一个客户端调用Grain内的一个方法（通过一个Grain引用）
2. Grain被激活（Grain没有在集群中被激活），并创建一个Grain对象，这个过程叫Grain激活：
   1. 通过依赖注入在构造中创建Grain对象
   2. 如果使用持久化，从存付中还原Grain对象
   3. 如果被重写，OnActivateAsync被调用
3. Grain处理传入请求
4. Grain闲置一段时间
5. Silo运行时决定何时停止Grain
6. 如果被重写，Silo运行时调用OnDeactivateAsync
7. Silo运行时从内存中移除Grain

## Orleans包

### 关键Orleans包

Microsoft.Orleans.Core.Abstractions

包含Orleans.Core.Abstractions.dll，它定义开发应用程序代码（Grain接口和类）所需的Orleans公共类型。任何Orleans项目都需要直接或间接引用此包。将它添加到定义grain接口和类的项目中。

Microsoft.Orleans.OrleansCodeGenerator.Build

为Grain界面和实施项目建立时间支持。将它添加到Grain接口和实现项目中，以启用Grain参考和序列化器的代码生成。

Microsoft.Orleans.Server

一个易于构建和启动Silo的元数据包。包括以下包：

* Microsoft.Orleans.Core.Abstractions
* Microsoft.Orleans.Core
* Microsoft.Orleans.OrleansRuntime
* Microsoft.Orleans.OrleansProviders

Microsoft.Orleans.Client

一个易于构建和启动Orleans客户端（前端）的元数据包。包括以下包：

* Microsoft.Orleans.Core.Abstractions
* Microsoft.Orleans.Core
* Microsoft.Orleans.OrleansProviders

Microsoft.Orleans.Core

包含应用程序代码和Orleans客户端（前端）使用的大多数Orleans公共类型的实现。引用它来构建使用Orleans类型但不处理托管或Silo的库和客户端应用程序。包含在Microsoft.Orleans.Client和Microsoft.Orleans.Server元数据包中，并由大多数其他包直接或间接引用。

### 主机

Microsoft.Orleans.OrleansRuntime

用于配置和启动Silo的库。在您的silo主机项目中引用它。包含在Microsoft.Orleans.Server元包中。

Microsoft.Orleans.Runtime.Abstractions

包含Microsoft.Orleans.OrleansRuntime中实现的类型的接口和抽象。

### 集群提供商

Microsoft.Orleans.Hosting.AzureCloudServices

包含用于托管silos和Orleans客户端的帮助程序类作为Azure云服务（工作者角色和Web角色）

Microsoft.Orleans.Hosting.ServiceFabric

包含用于托管Silo的辅助类作为无状态Service Fabric服务

Microsoft.Orleans.Clustering.AzureStorage

包含使用Azure表存储集群成员资格数据的插件。

Microsoft.Orleans.Clustering.AdoNet

包括使用ADO.NET在其中一个受支持的数据库中存储集群成员资格数据的插件。

Microsoft.Orleans.OrleansConsulUtils

包含使用Consul存储集群成员资格数据的插件。

Microsoft.Orleans.OrleansZooKeeperUtils

包含使用ZooKeeper存储集群成员资格数据的插件。

Microsoft.Orleans.Clustering.DynamoDB

包括使用AWS DynamoDB存储集群成员资格数据的插件。

### 提醒提供商

Microsoft.Orleans.Reminders.AzureStorage

包含使用Azure表存储集群成员资格数据的插件。

Microsoft.Orleans.Reminders.AdoNet

包括使用ADO.NET在其中一个受支持的数据库中存储提醒的插件。

Microsoft.Orleans.Reminders.DynamoDB

包括使用AWS DynamoDB存储提醒的插件。

### 粮食储存供应商

Microsoft.Orleans.Persistence.AzureStorage

包括使用Azure表或Azure Blob存储Grain状态的插件。

Microsoft.Orleans.Persistence.AdoNet

包含使用ADO.NET在其中一个受支持的数据库中存储Grain状态的插件。

Microsoft.Orleans.Persistence.DynamoDB

包括使用AWS DynamoDB存储Grain状态的插件。

### 流提供商

Microsoft.Orleans.OrleansServiceBus

包括Azure事件中心的流提供程序。

Microsoft.Orleans.Streaming.AzureStorage

包括Azure队列的流提供程序。

Microsoft.Orleans.Streaming.SQS

包括AWS SQS服务的流提供程序。

Microsoft.Orleans.OrleansGCPUtils

包括GCP PubSub服务的流提供程序。

### 附加包

Microsoft.Orleans.OrleansCodeGenerator

包括运行时代码生成器。

Microsoft.Orleans.EventSourcing

包含一组基类型，用于创建具有事件源状态的Grain类。

### 开发和测试

Microsoft.Orleans.OrleansProviders

包含一组持久性和流提供程序，用于将数据保存在内存中。用于测试。一般情况下，不推荐用于生产用途，除非丢失数据丢失是可以接受的。

Microsoft.Orleans.TestingHost

包括用于在测试项目中托管Silo和客户端的库。

### 串行器

Microsoft.Orleans.Serialization.Bond

包括对Bond序列化程序的支持。

Microsoft.Orleans.OrleansGoogleUtils

包括Google Protocol Buffers序列化程序。

Microsoft.Orleans.ProtobufNet

包括protobuf-net版本的Protocol Buffers序列化程序。

### 遥测

Microsoft.Orleans.OrleansTelemetryConsumers.Counters

Windows性能计数器实现了Orleans遥测API。

Microsoft.Orleans.OrleansTelemetryConsumers.AI

包括Azure Application Insights的遥测消费者。

Microsoft.Orleans.OrleansTelemetryConsumers.NewRelic

包括NewRelic的遥测消费者。

### 工具

Microsoft.Orleans.CounterControl

包括OrleansCounterControl.exe，它为Orleans统计信息和已部署的grain类注册Windows性能计数器类别。需要提升。可以在Azure中作为角色启动任务的一部分执行。

### 交易

Microsoft.Orleans.Transactions

包括对跨Grain交易（beta）的支持。

Microsoft.Orleans.Transactions.AzureStorage

包含用于在Azure Table（beta）中保留事务日志的插件。

## 定义Grain

定义Grain时要引入

Microsoft.Orleans.OrleansCodeGenerator.Build

定义只有返回值为Task方法的自定义Grain接口，同时自定义Grain类继承这个接口和Grain类

interface IMyGrain

{

Task Test();

}

class MyGrain:Grain,IMyGrain

{

public Task Test()

{

}  
}

## Grain标识

在分布式系统中，对象引用不能表示实例标识，因为引用通常仅限于单个地址空间。.NET引用肯定就是这种情况。此外，Grain必须具有同一性，无论它是否活跃，因此我们可以根据需要激活Grain。因此Grain有一个主键。主键可以是全局唯一标识符（GUID），长整数或字符串。

主键的范围是Grain类型。因此，Grain的完整身份是由Grain的类型及其关键形成的。

Grain的调用者决定应该使用哪种方案。选项是：

* long
* GUID
* string
* GUID +string
* long+string

在客户端代码中通过GUID引用粒度：

var grain = grainFactory.GetGrain<IExample>(Guid.NewGuid());

从Grain代码中检索主键：

public override Task OnActivateAsync()

{

Guid primaryKey = this.GetPrimaryKey();

return base.OnActivateAsync();

}

## 计时器和提醒

Orleans运行时提供了两种机制，称为计时器和提醒，使开发人员能够指定Grain的周期性行为。

### 计时器

#### 定时器说明

**定时器**用于创建周期性的颗粒行为，不需要跨越多个激活（Grain的实例化）。它基本上与标准相同。**NET System.Threading.Timer**类。此外，它在运行的Grain激活中受到单线程执行保证。

每次激活可以具有与其相关联的零个或多个计时器。运行时在与其关联的激活的运行时上下文中执行每个计时器例程。

#### 定时器使用

要启动计时器，请使用**Grain.RegisterTimer**方法，该方法返回 **IDisposable**引用：

public IDisposable RegisterTimer(

Func<object, Task> asyncCallback, // function invoked when the timer ticks

object state, // object tp pass to asyncCallback

TimeSpan dueTime, // time to wait before the first timer tick

TimeSpan period) // the period of the timer

通过处理取消计时器。

如果激活被禁用或发生故障并且其筒仓崩溃，则计时器将停止触发。

重要考虑因素

* 启用激活收集后，执行计时器回调不会将激活状态从空闲状态更改为正在使用状态。这意味着计时器不能用于推迟停用其他空闲激活。
* 传递给**Grain.RegisterTimer**的时间段是从解析**asyncCallback**返回的任务到下一次调用**asyncCallback**的时刻所经过的时间。这不仅使得对**asyncCallback的**连续调用不可能重叠，而且还使得**asyncCallback**完成所需的时间长度影响调用**asyncCallback**的频率。这是与**System.Threading.Timer**的语义的重要偏差。
* 每次调用**asyncCallback**都会在单独的转弯中传递给激活，并且永远不会与同一激活的其他转弯同时运行。但请注意，**asyncCallback**调用不作为消息传递，因此不受消息交错语义的影响。这意味着应该认为**asyncCallback的**调用行为就像在相对于该粒度的其他消息的可重入粒度上运行一样。

### 提醒

#### 提醒说明

提醒与计时器类似，但有一些重要区别：

* 除非明确取消，否则提醒是持久性的，并且将在几乎所有情况下（包括部分或完全群集重新启动）继续触发。
* 提醒“定义”被写入存储。但是，具体时间的每个特定事件都不是。这具有副作用，即如果群集在特定提醒滴答时完全关闭，则将错过它并且仅发生提醒的下一个滴答。
* 提醒与Grain相关，而不是任何特定的活化。
* 如果Grain没有与之关联的激活并且提醒滴答，则将创建一个Grain。例如：如果激活变为空闲且被停用，则与相同Grain相关联的提醒将在下一个滴答时重新激活Grain。
* 提醒通过消息传递，并且与所有其他Grain方法具有相同的交错语义。
* 提醒不应用于高频计时器 - 它们的周期应以分钟，小时或天来衡量。

### 组态

持久的提醒依靠存储来运作。您必须在提醒子系统运行之前指定要使用的存储后备。这是通过UseXReminderService扩展方法配置其中一个提醒提供程序来完成的，其中X是提供程序的名称，例如UseAzureTableReminderService。

Azure表配置：

// TODO replace with your connection string

const string connectionString = "YOUR\_CONNECTION\_STRING\_HERE";

var silo = new SiloHostBuilder()

[...]

.UseAzureTableReminderService(options => options.ConnectionString = connectionString)

[...]

SQL：

// TODO replace with your connection string

const string connectionString = "YOUR\_CONNECTION\_STRING\_HERE";

const string invariant = "YOUR\_INVARIANT";

var silo = new SiloHostBuilder()

[...]

.UseAdoNetReminderService(options =>

{

options.ConnectionString = connectionString;

options.Invariant = invariant;

})

[...]

如果您只是想要一个占位符实现提醒而无需设置Azure帐户或SQL数据库，那么这将为您提供一个仅限开发的提醒系统实现：

var silo = new SiloHostBuilder()

[...]

.UseInMemoryReminderService()

[...]

### 提**醒用法**

使用提醒的Grain必须实现**IRemindable.RecieveReminder**方法。

Task IRemindable.ReceiveReminder(string reminderName, TickStatus status)

{

Console.WriteLine("Thanks for reminding me-- I almost forgot!");

return TaskDone.Done;

}

要启动提醒，请使用**Grain.RegisterOrUpdateReminder**方法，该方法返回**IOrleansReminder**对象：

protected Task<IOrleansReminder> RegisterOrUpdateReminder(string reminderName, TimeSpan dueTime, TimeSpan period)

* reminderName是一个字符串，必须唯一地标识上下文粒度范围内的提醒。
* dueTime指定在发出第一个计时器滴答之前等待的时间量。
* period指定计时器的周期。

由于提醒在任何单次激活的生命周期中都存在，因此必须明确取消它们（而不是被处置）。您通过调用**Grain.UnregisterReminder**取消提醒：

protected Task UnregisterReminder(IOrleansReminder reminder)

提醒是**Grain.RegisterOrUpdateReminder**返回的句柄对象。

**IOrleansReminder的**实例不保证在激活的生命周期之外有效。如果您希望以持续的方式识别提醒，请使用包含提醒名称的字符串。

如果您只有提醒名称并且需要相应的**IOrleansReminder**实例 ，请调用**Grain.GetReminder**方法：

protected Task<IOrleansReminder> GetReminder(string reminderName)

## 观察者

在某些情况下，简单的消息/响应模式是不够的，客户端需要接收异步通知。例如，用户可能希望在朋友发布新的即时消息时得到通知。

客户端观察者是一种允许异步通知客户端的机制。观察者是一个继承自的单向异步接口，IGrainObserver其所有方法都必须是无效的。Grain通过像Grain接口方法一样调用它向观察者发送通知，除了它没有返回值，因此Grain不需要依赖于结果。Orleans运行时将确保单向传递通知。发布此类通知的Grain应提供添加或删除观察者的API。此外，通常可以方便地公开允许取消现有订阅的方法。Grain开发者可以使用奥尔良ObserverSubscriptionManager<T>通用类来简化观察到的Grain类型的开发。

要订阅通知，客户端必须首先创建一个实现观察者接口的本地C＃对象。然后，它在观察器工厂调用静态方法CreateObjectReference()，将C＃对象转换为Grain引用，然后可以将其传递给通知粒度上的预订方法。

其他Grain也可以使用此模型来接收异步通知。与客户端订阅案例不同，订阅粒度只是将观察者接口实现为构面，并将引用传递给自身（例如this.AsReference<IMyGrainObserverInterface>）。

### 代码示例

让我们假设我们有一个定期向客户端发送消息的Grain。为简单起见，我们示例中的消息将是一个字符串。我们首先在客户端上定义将接收消息的接口。

界面看起来像这样

public interface IChat : IGrainObserver

{

void ReceiveMessage(string message);

}

唯一特别的事情是接口应该继承IGrainObserver。现在任何想要观察这些消息的客户端都应该实现一个实现的类IChat。

最简单的情况是这样的：

public class Chat : IChat

{

public void ReceiveMessage(string message)

{

Console.WriteLine(message);

}

}

现在在服务器上我们应该有一个Grain将这些聊天消息发送给客户端。Grain还应该有一种机制让客户订阅和取消订阅以接收通知。对于订阅，Grain可以使用实用程序类ObserverSubscriptionManager。OrleansException如果您尝试订阅已订阅的观察者（或取消订阅未订阅的观察者），则此类会抛出一个，因此通过使用该IsSubscribed()方法或处理以下内容来处理此情况非常重要OrleansException：

class HelloGrain : Grain, IHello

{

private ObserverSubscriptionManager<IChat> \_subsManager;

public override async Task OnActivateAsync()

{

// We created the utility at activation time.

\_subsManager = new ObserverSubscriptionManager<IChat>();

await base.OnActivateAsync();

}

// Clients call this to subscribe.

public Task Subscribe(IChat observer)

{

if (!\_subsManager.IsSubscribed(observer))

{

\_subsManager.Subscribe(observer);

}

return Task.CompletedTask;

}

//Also clients use this to unsubscribe themselves to no longer receive the messages.

public Task UnSubscribe(IChat observer)

{

if (\_subsManager.IsSubscribed(observer))

{

\_subsManager.Unsubscribe(observer);

}

return Task.CompletedTask;

}

}

要将消息发送到客户端，可以使用实例的Notify方法ObserverSubscriptionManager<IChat>。该方法采用Action<T>方法或lambda表达式（此处T为类型IChat）。您可以调用接口上的任何方法将其发送给客户端。在我们的例子中，我们只有一个方法ReceiveMessage，我们在服务器上的发送代码如下所示：

public Task SendUpdateMessage(string message)

{

\_subsManager.Notify(s => s.ReceiveMessage(message));

return Task.CompletedTask;

}

现在我们的服务器有一个方法向观察者客户端发送消息，两种方法用于订阅/取消订阅，客户端实现了一个类，以便能够观察Grain消息。最后一步是使用我们之前实现的Chat类在客户端上创建观察者引用，并让它在订阅后接收消息。

代码如下所示：

//First create the grain reference

var friend = GrainClient.GrainFactory.GetGrain<IHello>(0);

Chat c = new Chat();

//Create a reference for chat usable for subscribing to the observable grain.

var obj = await GrainClient.GrainFactory.CreateObjectReference<IChat>(c);

//Subscribe the instance to receive messages.

await friend.Subscribe(obj);

现在，只要服务器上的Grain调用该SendUpdateMessage方法，所有订阅的客户端都将收到该消息。在我们的客户端代码中，Chat变量中的实例c将接收消息并将其输出到控制台。

## 重入

Grain激活是单线程的，默认情况下，在下一个请求开始处理之前，从开始到完成处理每个请求。在某些情况下，当一个请求等待异步操作完成时，可能需要激活处理其他请求。由于这个原因和其他原因，Orleans为开发人员提供了对请求交错行为的一些控制。在以下情况下，可能会交错多个请求：

* Grain类标记为 [Reentrant]
* 接口方法标记为 [AlwaysInterleave]
* 同一个调用链中的请求
* grain的MayInterleave谓词返回true

以下各节将讨论每种情况。

### 折返Grain

Grain可以用[Reentrant]属性标记实现类，以指示可以自由地交错不同的请求。

换句话说，重入激活可以在先前请求尚未完成处理时开始执行另一请求。执行仍然限于单个线程，因此激活仍然一次执行一个回合，并且每个回合仅代表激活的一个请求执行。

重入的Grain代码永远不会并行运行多个Grain代码（Grain代码的执行将始终是单线程的），但是重入的Grain**可能会**看到不同请求交错的代码执行。也就是说，来自不同请求的延续转换可以交错。

例如，使用下面的伪代码，当Foo和Bar是同一Grain类的2个方法时：

Task Foo()

{

await task1; // line 1

return Do2(); // line 2

}

Task Bar()

{

await task2; // line 3

return Do2(); // line 4

}

如果标记[Reentrant]了这个Grain，则Foo和Bar的执行可能会交错。

例如，以下执行顺序是可能的：

第1行，第3行，第2行和第4行。即，来自不同请求的转弯交错。

如果Grain不是可重入的，则唯一可能的执行是：第1行，第2行，第3行，第4行OR：第3行，第4行，第1行，第2行（新请求无法在上一个完成之前开始）。

在折返和非折返Grain之间进行选择的主要权衡是使交错工作正确的代码复杂性以及推理它的难度。

在一个微不足道的情况下，当Grain是无状态的并且逻辑简单时，更少（但不是太少，以便使用所有硬件线），重入Grain应该通常稍微更有效。

如果代码更复杂，那么即使整体效率稍差一些，大量的非重入Grain也应该可以避免很多问题，从而解决非显而易见的交错问题。

最后的答案取决于应用程序的具体情况。

### 交错方法

[AlwaysInterleave]无论Grain是否是可重入的，标记的Grain界面方法都将交错。请考虑以下示例：

public interface ISlowpokeGrain : IGrainWithIntegerKey

{

Task GoSlow();

[AlwaysInterleave]

Task GoFast();

}

public class SlowpokeGrain : Grain, ISlowpokeGrain

{

public async Task GoSlow()

{

await Task.Delay(TimeSpan.FromSeconds(10));

}

public async Task GoFast()

{

await Task.Delay(TimeSpan.FromSeconds(10));

}

}

现在考虑以下客户端请求启动的呼叫流程：

var slowpoke = client.GetGrain<ISlowpokeGrain>(0);

// A) This will take around 20 seconds

await Task.WhenAll(slowpoke.GoSlow(), slowpoke.GoSlow());

// B) This will take around 10 seconds.

await Task.WhenAll(slowpoke.GoFast(), slowpoke.GoFast(), slowpoke.GoFast());

呼叫GoSlow不会交错，因此两次GoSlow()呼叫的执行大约需要20秒。另一方面，因为GoFast被标记[AlwaysInterleave]，对它的三次调用将同时执行并且将在大约10秒内完成，而不需要至少30秒完成。

### 呼叫链中的重入

为了避免死锁，调度程序允许在给定的调用链中重入。考虑下面两个具有相互递归方法的Grain的例子，IsEven并且IsOdd：

public interface IEvenGrain : IGrainWithIntegerKey

{

Task<bool> IsEven(int num);

}

public interface IOddGrain : IGrainWithIntegerKey

{

Task<bool> IsOdd(int num);

}

public class EvenGrain : Grain, IEvenGrain

{

public async Task<bool> IsEven(int num)

{

if (num == 0) return true;

var oddGrain = this.GrainFactory.GetGrain<IOddGrain>(0);

return await oddGrain.IsOdd(num - 1);

}

}

public class OddGrain : Grain, IOddGrain

{

public async Task<bool> IsOdd(int num)

{

if (num == 0) return false;

var evenGrain = this.GrainFactory.GetGrain<IEvenGrain>(0);

return await evenGrain.IsEven(num - 1);

}

}

现在考虑以下客户端请求启动的呼叫流程：

var evenGrain = client.GetGrain<IEvenGrain>(0);

await evenGrain.IsEven(2);

上面的代码调用IEvenGrain.IsEven(2)，调用IOddGrain.IsOdd(1)哪些调用IEvenGrain.IsEven(0)，它将true调用链返回给客户端。如果没有调用链重入，上面的代码将在IOddGrain调用时导致死锁IEvenGrain.IsEven(0)。但是，通过呼叫链重入，允许呼叫继续进行，因为它被认为是开发者的意图。

可以通过设置SchedulingOptions.AllowCallChainReentrancy为禁用此行为false。例如：

siloHostBuilder.Configure<SchedulingOptions>(

options => options.AllowCallChainReentrancy = false);

### 使用谓词重入

Grain类可以通过检查请求来指定用于在逐个呼叫的基础上确定交织的谓词。该[MayInterleave(string methodName)]属性提供此功能。该属性的参数是grain类中的静态方法的名称，该方法接受一个InvokeMethodRequest对象并返回一个bool指示是否应该交错的请求。

这是一个允许交换的示例，如果请求参数类型具有以下[Interleave]属性：

[AttributeUsage(AttributeTargets.Class | AttributeTargets.Struct)]

public sealed class InterleaveAttribute : Attribute { }

// Specify the may-interleave predicate.

[MayInterleave(nameof(ArgHasInterleaveAttribute))]

public class MyGrain : Grain, IMyGrain

{

public static bool ArgHasInterleaveAttribute(InvokeMethodRequest req)

{

// Returning true indicates that this call should be interleaved with other calls.

// Returning false indicates the opposite.

return req.Arguments.Length == 1

&& req.Arguments[0]?.GetType().GetCustomAttribute<InterleaveAttribute>() != null;

}

public Task Process(object payload)

{

// Process the object.

}

}

## 持久化

### 粮食持久性目标

1. 允许不同的粒度类型使用不同类型的存储提供程序（例如，一个使用Azure表，一个使用ADO.NET）或相同类型的存储提供程序但具有不同的配置（例如，两者都使用Azure表，但一个使用存储帐户＃1和一个使用存储帐户＃2）
2. 允许交换存储提供程序实例的配置（例如，Dev-Test-Prod），只需更改配置文件，无需更改代码。
3. 提供一个框架，以便以后可以由奥尔良团队或其他人编写其他存储提供程序。
4. 提供最小的生产级存储提供商
5. 存储提供商可以完全控制如何在持久性后备存储中存储Grain状态数据。推论：奥尔良没有提供全面的ORM存储解决方案，但允许自定义存储提供商在需要时支持特定的ORM要求。

### Grain Persistence API

Grain类型可以通过以下两种方式之一声明：

* Grain如果它们没有任何持久状态，或者它们将自己处理所有持久状态，则扩展，或者
* Grain<T>如果它们具有他们希望Orleans运行时处理的持久状态，则扩展。换句话说，通过扩展Grain<T>grain类型自动选择加入Orleans系统管理的持久性框架。

对于本节的其余部分，我们将仅考虑选项＃2 / Grain<T>因为选项＃1粒将继续像现在一样运行而不会有任何行为更改。

### 粮食储存

继承的Grain类Grain<T>（其中T是需要持久化的特定于应用程序的状态数据类型）将从指定的存储中自动加载其状态。

粒度将标记一个[StorageProvider]属性，该属性指定用于读取/写入此粒度的状态数据的存储提供程序的命名实例。

[StorageProvider(ProviderName="store1")]

public class MyGrain<MyGrainState> ...

{

...

}

Orleans框架提供了一种机制来指定和注册不同的存储提供程序并使用它们进行配置ISiloHostBuilder，

var silo = new SiloHostBuilder()

.AddMemoryGrainStorage("DevStore")

.AddAzureTableGrainStorage("store1", options => options.ConnectionString = "DefaultEndpointsProtocol=https;AccountName=data1;AccountKey=SOMETHING1")

.AddAzureBlobGrainStorage("store2", options => options.ConnectionString = "DefaultEndpointsProtocol=https;AccountName=data2;AccountKey=SOMETHING2")

.Build();

### 配置IGrainStorage提供程序

奥尔良本身支持一系列IGrainStorage实现，您可以将它们用于存储Grain状态的应用程序。在本节中，我们将在如何配置AzureTableGrainStorage，AzureBlobGrainStorage，DynamoDBGrainStorage，MemoryGrainStorage，和AdoNetGrainStorage在一个筒仓。其他IGrainStorage提供商的配置类似。

#### AzureTableGrainStorage提供程序

var silo = new SiloHostBuilder()

.AddAzureTableGrainStorage("TableStore", options => options.ConnectionString = "UseDevelopmentStorage=true")

...

.Build();

以下设置可用于配置AzureTableGrainStorage提供程序AzureTableGrainStorageOptions：

/// <summary>

/// Configuration for AzureTableGrainStorage

/// </summary>

public class AzureTableStorageOptions

{

/// <summary>

/// Azure table connection string

/// </summary>

[RedactConnectionString]

public string ConnectionString { get; set; }

/// <summary>

/// Table name where grain stage is stored

/// </summary>

public string TableName { get; set; } = DEFAULT\_TABLE\_NAME;

public const string DEFAULT\_TABLE\_NAME = "OrleansGrainState";

/// <summary>

/// Indicates if grain data should be deleted or reset to defaults when a grain clears it's state.

/// </summary>

public bool DeleteStateOnClear { get; set; } = false;

/// <summary>

/// Stage of silo lifecycle where storage should be initialized. Storage must be initialzed prior to use.

/// </summary>

public int InitStage { get; set; } = DEFAULT\_INIT\_STAGE;

public const int DEFAULT\_INIT\_STAGE = ServiceLifecycleStage.ApplicationServices;

#region json serialization

public bool UseJson { get; set; }

public bool UseFullAssemblyNames { get; set; }

public bool IndentJson { get; set; }

public TypeNameHandling? TypeNameHandling { get; set; }

#endregion json serialization

}

**注意：**状态大小不应超过64KB，这是Azure Table Storage强加的限制。

#### AzureBlobGrainStorage提供程序

var silo = new SiloHostBuilder()

.AddAzureBlobGrainStorage("BlobStore", options => options.ConnectionString = "UseDevelopmentStorage=true")

...

.Build();

以下设置可用于配置AzureBlobGrainStorage提供程序AzureBlobStorageOptions：

public class AzureBlobStorageOptions

{

/// <summary>

/// Azure connection string

/// </summary>

[RedactConnectionString]

public string ConnectionString { get; set; }

/// <summary>

/// Container name where grain stage is stored

/// </summary>

public string ContainerName { get; set; } = DEFAULT\_CONTAINER\_NAME;

public const string DEFAULT\_CONTAINER\_NAME = "grainstate";

/// <summary>

/// Stage of silo lifecycle where storage should be initialized. Storage must be initialzed prior to use.

/// </summary>

public int InitStage { get; set; } = DEFAULT\_INIT\_STAGE;

public const int DEFAULT\_INIT\_STAGE = ServiceLifecycleStage.ApplicationServices;

#region json serialization

public bool UseJson { get; set; }

public bool UseFullAssemblyNames { get; set; }

public bool IndentJson { get; set; }

public TypeNameHandling? TypeNameHandling { get; set; }

#endregion json serialization

}

#### DynamoDBGrainStorage提供程序

var silo = new SiloHostBuilder()

.AddDynamoDBGrainStorage("DDBStore", options =>

{

options.AccessKey = "MY\_ACCESS\_KEY";

options.SecretKey = "MY\_SECRET\_KEY";

options.Service = "us-wes-1";

})

...

.Build();

以下设置可用于配置DynamoDBGrainStorage提供程序DynamoDBStorageOptions：

public class DynamoDBStorageOptions

{

/// <summary>

/// Gets or sets a unique identifier for this service, which should survive deployment and redeployment.

/// </summary>

public string ServiceId { get; set; } = string.Empty;

/// <summary>

/// AccessKey string for DynamoDB Storage

/// </summary>

[Redact]

public string AccessKey { get; set; }

/// <summary>

/// Secret key for DynamoDB storage

/// </summary>

[Redact]

public string SecretKey { get; set; }

/// <summary>

/// DynamoDB Service name

/// </summary>

public string Service { get; set; }

/// <summary>

/// Read capacity unit for DynamoDB storage

/// </summary>

public int ReadCapacityUnits { get; set; } = DynamoDBStorage.DefaultReadCapacityUnits;

/// <summary>

/// Write capacity unit for DynamoDB storage

/// </summary>

public int WriteCapacityUnits { get; set; } = DynamoDBStorage.DefaultWriteCapacityUnits;

/// <summary>

/// DynamoDB table name.

/// Defaults to 'OrleansGrainState'.

/// </summary>

public string TableName { get; set; } = "OrleansGrainState";

/// <summary>

/// Indicates if grain data should be deleted or reset to defaults when a grain clears it's state.

/// </summary>

public bool DeleteStateOnClear { get; set; } = false;

/// <summary>

/// Stage of silo lifecycle where storage should be initialized. Storage must be initialzed prior to use.

/// </summary>

public int InitStage { get; set; } = DEFAULT\_INIT\_STAGE;

public const int DEFAULT\_INIT\_STAGE = ServiceLifecycleStage.ApplicationServices;

#region JSON Serialization

public bool UseJson { get; set; }

public bool UseFullAssemblyNames { get; set; }

public bool IndentJson { get; set; }

public TypeNameHandling? TypeNameHandling { get; set; }

#endregion

}

#### ADO.NET粮食存储提供商

ADO .NET Grain Storage提供程序允许您在关系数据库中存储grain状态。目前支持以下数据库：

* SQL Server
* MySQL的/ MariaDB的
* PostgreSQL的
* 神谕

首先，安装基础包：

Install-Package Microsoft.Orleans.Persistence.AdoNet

在项目的nuget包上还原后，您将找到支持的数据库供应商的不同SQL脚本，这些脚本将复制到项目目录\ OrleansAdoNetContent，其中每个受支持的ADO.NET扩展都有自己的目录。您也可以从中获取它们该[Orleans.Persistence.AdoNet库](https://github.com/dotnet/orleans/tree/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet)。创建数据库，然后运行相应的脚本来创建表。

接下来的步骤是安装特定于所需数据库供应商的第二个NuGet包（参见下表），并以编程方式或通过XML配置配置存储提供程序。

| **数据库** | **脚本** | **NuGet包** | **AdoInvariant** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SQL Server | [SQLServer的-Persistence.sql](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/SQLServer-Persistence.sql) | [System.Data.SqlClient的](https://www.nuget.org/packages/System.Data.SqlClient/) | System.Data.SqlClient的 |  |
| MySQL / MariaDB | [在MySQL-Persistence.sql](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/MySQL-Persistence.sql) | [MySql.Data](https://www.nuget.org/packages/MySql.Data/) | MySql.Data.MySqlClient |  |
| PostgreSQL的 | [PostgreSQL相关Persistence.sql](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/PostgreSQL-Persistence.sql) | [Npgsql的](https://www.nuget.org/packages/Npgsql/) | Npgsql的 |  |
| 神谕 | [甲骨文Persistence.sql](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Oracle-Persistence.sql) | [ODP.net](https://www.nuget.org/packages/Oracle.ManagedDataAccess/) | Oracle.DataAccess.Client | 没有.net核心支持 |

以下是如何通过以下方式配置ADO.NET存储提供程序的示例ISiloHostBuilder：

var siloHostBuilder = new SiloHostBuilder()

.AddAdoNetGrainStorage("OrleansStorage", options=>

{

options.Invariant = "<Invariant>";

options.ConnectionString = "<ConnectionString>";

options.UseJsonFormat = true;

});

实质上，您只需要设置特定于数据库供应商的连接字符串和Invariant标识供应商的 （参见上表）。您还可以选择保存数据的格式，可以是二进制（默认），JSON或XML。虽然二进制是最紧凑的选项，但它是不透明的，您将无法读取或处理数据。建议使用JSON。

您可以通过以下方式设置以下属性AdoNetGrainStorageOptions：

/// <summary>

/// Options for AdonetGrainStorage

/// </summary>

public class AdoNetGrainStorageOptions

{

/// <summary>

/// Connection string for AdoNet storage.

/// </summary>

[Redact]

public string ConnectionString { get; set; }

/// <summary>

/// Stage of silo lifecycle where storage should be initialized. Storage must be initialzed prior to use.

/// </summary>

public int InitStage { get; set; } = DEFAULT\_INIT\_STAGE;

/// <summary>

/// Default init stage in silo lifecycle.

/// </summary>

public const int DEFAULT\_INIT\_STAGE = ServiceLifecycleStage.ApplicationServices;

/// <summary>

/// The default ADO.NET invariant used for storage if none is given.

/// </summary>

public const string DEFAULT\_ADONET\_INVARIANT = AdoNetInvariants.InvariantNameSqlServer;

/// <summary>

/// The invariant name for storage.

/// </summary>

public string Invariant { get; set; } = DEFAULT\_ADONET\_INVARIANT;

#region json serialization related settings

/// <summary>

/// Whether storage string payload should be formatted in JSON.

/// <remarks>If neither <see cref="UseJsonFormat"/> nor <see cref="UseXmlFormat"/> is set to true, then BinaryFormatSerializer will be configured to format storage string payload.</remarks>

/// </summary>

public bool UseJsonFormat { get; set; }

public bool UseFullAssemblyNames { get; set; }

public bool IndentJson { get; set; }

public TypeNameHandling? TypeNameHandling { get; set; }

#endregion

/// <summary>

/// Whether storage string payload should be formatted in Xml.

/// <remarks>If neither <see cref="UseJsonFormat"/> nor <see cref="UseXmlFormat"/> is set to true, then BinaryFormatSerializer will be configured to format storage string payload.</remarks>

/// </summary>

public bool UseXmlFormat { get; set; }

}

ADO.NET持久性具有版本数据的功能，并使用任意应用程序规则和流定义任意（反）序列化程序，但目前没有方法将它们暴露给应用程序代码。[ADO.NET Persistence Rationale中的](https://dotnet.github.io/orleans/Documentation/grains/grain_persistence/index.html" \l "ADONETPersistenceRationale)更多信息。

#### MemoryGrainStorage

MemoryGrainStorage是一个简单的Grain存储实现，它实际上并没有使用下面的持久数据存储。学习快速使用Grain Storages很方便，但不打算在生产场景中使用。

**注意：**此提供程序将状态保持为易失性内存，该内存将在silo关闭时被删除。仅用于测试。

以下是如何通过设置内存存储提供程序 ISiloHostBuilder

var siloHostBuilder = new SiloHostBuilder()

.AddMemoryGrainStorage("OrleansStorage", options=>options.NumStorageGrains = 10);

您可以通过以下方式设置以下配置属性 MemoryGrainStorageOptions

/// <summary>

/// Options for MemoryGrainStorage

/// </summary>

public class MemoryGrainStorageOptions

{

/// <summary>

/// Default number of queue storage grains.

/// </summary>

public const int NumStorageGrainsDefaultValue = 10;

/// <summary>

/// Number of store grains to use.

/// </summary>

public int NumStorageGrains { get; set; } = NumStorageGrainsDefaultValue;

/// <summary>

/// Stage of silo lifecycle where storage should be initialized. Storage must be initialzed prior to use.

/// </summary>

public int InitStage { get; set; } = DEFAULT\_INIT\_STAGE;

/// <summary>

/// Default init stage

/// </summary>

public const int DEFAULT\_INIT\_STAGE = ServiceLifecycleStage.ApplicationServices;

}

### 存储提供商的注意事项

如果没有[StorageProvider]为Grain<T>grain类指定属性，则将Default搜索名为的提供程序。如果未找到，则将其视为缺少存储提供程序。

如果粒度类引用的存储提供程序未在配置时添加到silo中，则该类型的粒度将无法在运行时激活，并且对它们的调用将失败，Orleans.Storage.BadProviderConfigException指出未加载粒度类型的错误。但其余的Grain类型不会受到影响。

不同的粒度类型可以使用不同的已配置存储提供程序，即使两者都是相同的类型：例如，两个不同的Azure表存储提供程序实例，连接到不同的Azure存储帐户（请参阅上面的配置文件示例）。

存储提供程序的所有配置详细信息都是通过ISiloHostBuilder定义的。目前没有提供动态更新或更改筒仓使用的存储提供程序列表的机制。但是，这是优先级/工作负载约束而不是基本设计约束。

### State Persitence API

状态持久性API有两个部分：粒状态API和存储提供程序API。

#### Grain状态API

Orleans Runtime中的Grain状态存储功能将提供读取和写入操作，以自动填充/保存该GrainStateGrain的数据对象。在幕后，这些函数将连接（在Orleans client-gen工具生成的代码中）到为该粒度配置的相应持久性提供程序。

### Grain状态读/写功能

谷粒被激活时将自动读取Grain状态，但Grain负责在必要时明确触发任何改变的Grain状态的写入。有关错误处理机制的详细信息，请参阅下面的“ [故障模式”](https://dotnet.github.io/orleans/Documentation/grains/grain_persistence/index.html#FailureModes)部分

GrainState将在为该激活调用该方法之前自动读取（使用等效的base.ReadStateAsync()）。 在任何方法调用该粒度之前不会刷新，除非为此调用激活了粒度。OnActivateAsync()GrainState

在任何Grain方法调用期间，Grain可以请求Orleans运行时通过调用将该激活的当前Grain状态数据写入指定的存储提供者base.WriteStateAsync()。当粒子对其状态数据进行重大更新时，粒子负责显式执行写操作。最常见的是，grain方法将返回从该grain方法返回base.WriteStateAsync() Task的最终结果Task，但不需要遵循此模式。在任何Grain方法之后，运行时不会自动更新存储的Grain状态。

在粒度中的任何粒度方法或计时器回调处理程序期间，粒度可以请求Orleans运行时通过调用从指定的存储提供程序重新读取当前粒度数据以进行该激活base.ReadStateAsync()。这将使用从持久存储中读取的最新值完全覆盖当前存储在grain状态对象中的任何当前状态数据。

一个不透明的提供者特定的Etag值（string）可以由存储提供商当读取状态填充晶状态元数据的一部分进行设定。某些提供商可能会选择将其保留为null不使用Etags。

从概念上讲，Orleans Runtime将在任何写入操作期间对粒度状态数据对象进行深层复制以供自己使用。在幕后，运行时可以使用优化规则和启发式来避免在某些情况下执行部分或全部深层复制，前提是保留了预期的逻辑隔离语义。

### Grain状态读/写操作的示例代码

Grain必须扩展Grain<T>该类才能参与奥尔良Grain状态持久性机制。在T上述定义将由该颗粒应用专用晶态类取代; 见下面的例子。

grain类还应该使用一个[StorageProvider]属性进行注释，该属性告诉运行时哪个存储提供程序（实例）与此类型的粒子一起使用。

public class MyGrainState

{

public int Field1 { get; set; }

public string Field2 { get; set; }

}

[StorageProvider(ProviderName="store1")]

public class MyPersistenceGrain : Grain<MyGrainState>, IMyPersistenceGrain

{

...

}

### 粮食国家库

在OnActivateAsync()调用grain 方法之前，Orleans运行时会自动初始读取粒状态; 没有应用程序代码来实现这一点。从那时起，粮食的状态将通过Grain<T>.State粮食类内的财产获得。

#### 粮食国家写

对谷粒的内存状态进行任何适当的更改后，Grain应该调用base.WriteStateAsync()方法，通过定义的存储提供程序将更改写入持久存储，以获得此Grain类型。此方法是异步的，并返回一个Task通常由grain方法返回的方法作为其自己的完成任务。

public Task DoWrite(int val)

{

State.Field1 = val;

return base.WriteStateAsync();

}

#### Grain状态刷新

如果Grain希望从后备商店明确重新读取此Grain的最新状态，Grain应该调用该base.ReadStateAsync()方法。这将通过此粒度类型的已定义存储提供程序从持久存储重新加载粒状态，并且在ReadStateAsync() Task完成时将覆盖并替换粒度状态的任何先前的内存中副本。

public async Task<int> DoRead()

{

await base.ReadStateAsync();

return State.Field1;

}

### Grain状态持久性操作的失败模式

#### Grain状态读取操作的故障模式

在初始读取该特定Grain的状态数据期间，存储提供者返回的失败将导致该Grain的激活操作失败; 在这种情况下，不会调用该粒子的OnActivateAsync()生命周期回调方法。引起激活的原始请求将以与Grain激活期间的任何其他故障相同的方式被故障返回给调用者。存储提供程序在读取特定Grain的状态数据时遇到的故障将导致ReadStateAsync() Task出现故障。Grain可以选择处理或忽略故障Task，就像Task奥尔良的其他任何一样。

由于缺少/错误的存储提供程序配置而导致无法在silo启动时加载粮食的任何尝试都将返回永久性错误Orleans.BadProviderConfigException。

#### Grain状态写入操作的故障模式

存储提供程序为特定Grain写入状态数据时遇到的故障将导致WriteStateAsync() Task出现故障。通常，这意味着如果将Grain调用WriteStateAsync() Task正确地链接Task到此Grain方法的最终返回，则Grain调用将被故障返回给客户端调用者。但是，某些高级方案可能会编写Grain代码来专门处理此类写入错误，就像它们可以处理任何其他错误一样Task。

执行错误处理/恢复代码的粒度必须捕获异常/故障WriteStateAsync() Tasks而不是重新抛出以表示它们已成功处理写入错误。

### 存储提供程序API

有一个服务提供程序API用于编写其他持久性提供程序 - IGrainStorage。

Persistence Provider API涵盖了GrainState数据的读写操作。

/// <summary>

/// Interface to be implemented for a storage able to read and write Orleans grain state data.

/// </summary>

public interface IGrainStorage

{

/// <summary>Read data function for this storage instance.</summary>

/// <param name="grainType">Type of this grain [fully qualified class name]</param>

/// <param name="grainReference">Grain reference object for this grain.</param>

/// <param name="grainState">State data object to be populated for this grain.</param>

/// <returns>Completion promise for the Read operation on the specified grain.</returns>

Task ReadStateAsync(string grainType, GrainReference grainReference, IGrainState grainState);

/// <summary>Write data function for this storage instance.</summary>

/// <param name="grainType">Type of this grain [fully qualified class name]</param>

/// <param name="grainReference">Grain reference object for this grain.</param>

/// <param name="grainState">State data object to be written for this grain.</param>

/// <returns>Completion promise for the Write operation on the specified grain.</returns>

Task WriteStateAsync(string grainType, GrainReference grainReference, IGrainState grainState);

/// <summary>Delete / Clear data function for this storage instance.</summary>

/// <param name="grainType">Type of this grain [fully qualified class name]</param>

/// <param name="grainReference">Grain reference object for this grain.</param>

/// <param name="grainState">Copy of last-known state data object for this grain.</param>

/// <returns>Completion promise for the Delete operation on the specified grain.</returns>

Task ClearStateAsync(string grainType, GrainReference grainReference, IGrainState grainState);

}

### 存储提供程序语义

当存储提供程序检测到Etag约束违规时，任何尝试执行写入操作都应该导致写入Task出现暂时性错误Orleans.InconsistentStateException并包装底层存储异常。

public class InconsistentStateException : AggregateException

{

/// <summary>The Etag value currently held in persistent storage.</summary>

public string StoredEtag { get; private set; }

/// <summary>The Etag value currently held in memory, and attempting to be updated.</summary>

public string CurrentEtag { get; private set; }

public InconsistentStateException(

string errorMsg,

string storedEtag,

string currentEtag,

Exception storageException

) : base(errorMsg, storageException)

{

this.StoredEtag = storedEtag;

this.CurrentEtag = currentEtag;

}

public InconsistentStateException(string storedEtag, string currentEtag, Exception storageException)

: this(storageException.Message, storedEtag, currentEtag, storageException)

{ }

}

写操作的任何其他故障条件都应该导致写入Task被包含底层存储异常的异常中断。

### 数据映射

各个存储提供商应该决定如何最好地存储Grain状态 - blob（各种格式/序列化形式）或每个字段列是明显的选择。

Azure Table的基本存储提供程序使用Orleans二进制序列化将状态数据字段编码为单个表列。

### ADO.NET持久性原理

ADO.NET支持的持久性存储的原则是：

1. 在数据，数据格式和代码的演变过程中，可以保护业务关键数据的安全。
2. 优先考虑供应商和存储特定功能。

实际上，这意味着遵循ADO.NET实现目标和ADO.NET特定存储提供程序中的一些添加的实现逻辑，这些逻辑允许改进存储中数据的形状。

除了通常的存储提供程序功能外，ADO.NET提供程序还具有内置功能

1. 在往返状态时，将存储数据格式从一种格式更改为另一种格式（例如，从JSON到二进制）。
2. 以任意方式塑造要保存或从存储中读取的类型。这有助于改进版本状态。
3. 从数据库中流出数据。

二者1.并2.可以在任意决定的参数，例如被应用于GrainID，粒型，有效载荷数据。

发生这种情况，以便选择一种格式，例如[简单二进制编码（SBE）](https://github.com/real-logic/simple-binary-encoding)并实现 [IStorageDeserializer](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/IStorageDeserializer.cs)和[IStorageSerializer](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/IStorageSerializer.cs)。内置（反）序列化器已使用此方法构建。该[OrleansStorageDefault（反）序列化](https://github.com/dotnet/orleans/tree/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider) 可以用作如何实现其他格式的示例。

当（de）序列化器已经实现时，它们需要添加到[AdoNetGrainStorage中](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/AdoNetGrainStorage.cs)的StorageSerializationPicker属性中。这是[IStorageSerializationPicker](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/IStorageSerializationPicker.cs)的实现。默认情况下， 将使用[StorageSerializationPicker](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/StorageSerializationPicker.cs)。在[RelationalStorageTests中](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/test/TesterAdoNet/StorageTests/Relational/RelationalStorageTests.cs)可以看到更改数据存储格式或使用（de）序列化器的示例。

目前没有方法将此公开给奥尔良应用程序消费，因为没有方法可以访问创建[AdoNetGrainStorage](https://github.com/dotnet/orleans/blob/master/src/AdoNet/Orleans.Persistence.AdoNet/Storage/Provider/AdoNetGrainStorage.cs)的框架。

## 事件溯源

事件采购提供了一种管理和维持Grain状态的灵活方式。事件来源的Grain比标准Grain具有许多潜在的优势。例如，它可以与许多不同的存储提供程序配置一起使用，并支持跨多个集群的地理复制。此外，它可以清晰地将Grain类与Grain状态（由Grain状态对象表示）和Grain更新（由事件对象表示）的定义分开。

### JournaledGrain基础知识

记录的Grain来自JournaledGrain<StateType,EventType>，具有以下类型参数：

* StateType代表Grain的状态类型。它必须是具有公共默认构造函数的类。
* EventType 是可以为这个Grain引发的所有事件的常见超类型，可以是任何类或接口。

所有状态和事件对象都应该是可序列化的（因为日志一致性提供程序可能需要保留它们，和/或将它们发送到通知消息中）。

对于事件为POCO（普通旧C＃对象）的Grain， JournaledGrain<StateType>可以用作简写JournaledGrain<StateType,Object>。

#### 读取Grain状态

要读取当前Grain状态并确定其版本号，JournaledGrain具有属性

GrainState State { get; }

int Version { get; }

版本号始终等于已确认事件的总数，并且状态是将所有已确认事件应用于初始状态的结果。初始状态具有版本0（因为没有应用任何事件），由GrainState类的默认构造函数确定。

重要说明：应用程序永远不应该直接修改返回的对象State。它仅供阅读。相反，当应用程序想要修改状态时，它必须通过引发事件间接地这样做。

#### 引发事件

通过调用RaiseEvent函数来完成事件的触发。例如，代表聊天的Grain可以引发一个PostedEvent表示用户提交帖子的内容：

RaiseEvent(new PostedEvent() { Guid = guid, User = user, Text = text, Timestamp = DateTime.UtcNow });

请注意，RaiseEvent启动对存储访问的写入，但不等待写入完成。对于许多应用程序，重要的是等到我们确认事件已被持久化。在这种情况下，我们总是通过等待ConfirmEvents：

RaiseEvent(new DepositTransaction() { DepositAmount = amount, Description = description });

await ConfirmEvents();

请注意，即使您没有明确调用ConfirmEvents，最终也会确认事件 - 它会在后台自动发生。

#### 状态过渡方法

每当引发事件时，运行时都会自动更新Grain状态。在引发事件后，应用程序无需显式更新状态。但是，应用程序仍然必须提供指定如何更新状态以响应事件的代码。这可以通过两种方式完成。

**（a）** GrainState类可以实现一个或多个Apply方法StateType。通常，会创建多个重载，并为事件的运行时类型选择最接近的匹配：

class GrainState {

Apply(E1 @event)

{

// code that updates the state

}

Apply(E2 @event)

{

// code that updates the state

}

}

**（b）** grain可以覆盖TransitionState函数：

protected override void TransitionState(State state, EventType @event)

{

// code that updates the state

}

假设转换方法除了修改状态对象之外没有副作用，并且应该是确定性的（否则，效果是不可预测的）。如果转换代码抛出异常，则捕获该异常并将其包含在由日志一致性提供程序发出的Orleans日志中的警告中。

确切地说，运行时调用转换方法取决于所选的日志一致性提供程序及其配置。除非日志一致性提供程序特别保证，否则最好不要依赖于特定时序的应用程序。

某些提供程序（如LogStorage日志一致性提供程序）会在每次加载Grain时重放事件序列。因此，只要仍然可以从存储中正确地反序列化事件对象，就可以从根本上修改GrainState类和转换方法。但对于其他提供程序（例如StateStorage日志一致性提供程序），只保留GrainState对象，因此开发人员必须确保从存储中读取时可以正确反序列化。

#### 引发多个事件

在调用ConfirmEvents之前，可以多次调用RaiseEvent：

RaiseEvent(e1);

RaiseEvent(e2);

await ConfirmEvents();

但是，这可能会导致两次连续的存储访问，并且在仅写入第一个事件后会产生Grain失败的风险。因此，通常使用一次性提高多个事件会更好

RaiseEvents(IEnumerable<EventType> events)

这保证了给定的事件序列以原子方式写入存储。请注意，由于版本号始终与事件序列的长度匹配，因此引发多个事件会使版本号一次增加一个以上。

#### 检索事件序列

基JournaledGrain类中的以下方法允许应用程序检索所有已确认事件序列的指定段：

Task<IReadOnlyList<EventType>> RetrieveConfirmedEvents(int fromVersion, int toVersion)

但是，并非所有日志一致性提供程序都支持它。如果不受支持，或者序列的指定段不再可用，NotSupportedException则抛出a。

要检索最新确认版本的所有事件，可以调用

await RetrieveConfirmedEvents(0, Version);

只能检索确认的事件：如果toVersion大于属性的当前值，则抛出异常Version。

由于确认的事件永远不会改变，即使存在多个实例或延迟确认，也无需担心比赛。但是，在这种情况下，属性值可能会在恢复时比调用Version时更大，因此建议将其值保存在变量中。另请参阅“并发保证”一节。awaitRetrieveConfirmedEvents

### ournaledGrain诊断

#### 监视连接错误

根据设计，日志一致性提供程序在连接错误（包括存储连接和集群之间的连接）下都具有弹性。但是只是容忍错误是不够的，因为应用程序通常需要监视任何此类问题，并且如果它们是严重的，则将它们引起操作员的注意。

JournaledGrain子类可以覆盖以下方法，以便在观察到连接错误时以及解决这些错误时接收通知：

protected override void OnConnectionIssue(ConnectionIssue issue)

{

/// handle the observed error described by issue

}

protected override void OnConnectionIssueResolved(ConnectionIssue issue)

{

/// handle the resolution of a previously reported issue

}

ConnectionIssue是一个抽象类，有几个常见字段描述问题，包括自上次连接成功以来观察了多少次。实际的连接问题类型由子类定义。连接问题被分类为类型，例如PrimaryOperationFailed或NotificationFailed，并且有时具有额外RemoteCluster缩小类别的额外键（例如）。

如果同一类别的问题多次发生（例如，我们不断获得NotificationFailed相同的目标RemoteCluster），则每次都会报告OnConnectionIssue。解决此类问题后（例如，我们最终成功向此发送通知RemoteCluster），然后OnConnectionIssueResolved调用一次，使用issue上次报告的相同对象OnConnectionIssue。独立类别的连接问题及其解决方案是独立报告的。

#### 简单统计

我们目前提供对基本统计的简单支持（将来，我们可能会用更标准的遥测机制取代它）。可以通过调用为JournaledGrain启用或禁用统计信息收集

void EnableStatsCollection()

void DisableStatsCollection()

可以通过调用检索统计信息

LogConsistencyStatistics GetStats()

## 配置

[...]

// Clustering information

.Configure<ClusterOptions>(options =>

{

options.ClusterId = "orleans-docker";

options.ServiceId = "AspNetSampleApp";

})

[...]

* 在ClusterId：这是为Orleans集群的唯一ID。使用此ID的所有Client和Silo将能够直接相互通信。例如，有些人为每个部署使用不同的ClusterId。
* 在ServiceId：这是你的应用程序的唯一ID，将被一些Provider使用（例如用于persistence providers）。在整个部署中，此ID应该是稳定的（而不能更改）。

.ConfigureEndpoints(siloPort: 11111, gatewayPort: 30000)

Orleans silo通常配置两个端点：

* silo-to-silo端点，用于同一集群中的silo之间的通信
* client-to-silo端点（或网关），用于同一群集中的客户端和孤岛之间的通信。
* [...]
* // Application parts: just reference one of the grain implementations that we use
* .ConfigureApplicationParts(parts => parts.AddApplicationPart(typeof(ValueGrain).Assembly).WithReferences())
* [...];

虽然此步骤在技术上并不需要（如果未配置，Orleans将扫描当前文件夹中的所有程序集），建议开发人员配置此步骤。此步骤将帮助Orleans加载用户程序集和类型。这些程序集称为应用程序部件。使用应用程序部件发现所有Grains，Grain Interfaces和Serializer。

应用部件使用的是配置IApplicationPartsManager，这可以使用被访问ConfigureApplicationParts扩展方法上IClientBuilder和ISiloHostBuilder。该ConfigureApplicationParts方法接受委托，Action<IApplicationPartManager>。

IApplicationPartManager支持常用的以下扩展方法：

* AddApplicationPart(assembly) 可以使用此扩展方法添加单个程序集。
* AddFromAppDomain()添加当前加载的所有程序集AppDomain。
* AddFromApplicationBaseDirectory()加载并添加当前基本路径中的所有程序集（请参阅参考资料AppDomain.BaseDirectory）。

通过上述方法添加的程序集可以使用以下扩展方法对其返回类型进行补充IApplicationPartManagerWithAssemblies：

* WithReferences()从添加的部分添加所有引用的程序集。这会立即加载任何可传递引用的程序集。装配加载错误将被忽略。
* WithCodeGeneration()为添加的零件生成支持代码并将其添加到零件管理器。请注意，这需要Microsoft.Orleans.OrleansCodeGenerator安装包，通常称为运行时代码生成。

类型发现要求提供的应用程序部件包含特定属性。将构建时代码生成包（Microsoft.Orleans.OrleansCodeGenerator.Build）添加到包含Grains，Grain Interfaces或Serializers的每个项目是建议的方法，以确保存在这些属性。构建时代码生成仅支持C＃。对于F＃，Visual Basic和其他.NET语言，可以通过上述WithCodeGeneration()方法在配置时生成代码。

## 序列化

Orleans两个重要特性

**动态类型和任意多态** ：Olearns对Grain调用中的传递类型没有任何限制，并保持原数据类型的运态特性，如接口方法中声明的是IDictionary，但实参是SortedDictionary，接收到的也是SortedDictionary类型。

**维护对象标识：**如过同一对象在Grain间传递多次，Orleans只序列化一次，在接收方，Orleans将正确恢复所有引用。

## Orleans流

Orleans v.1.0.0增加了对编程模型的流扩展的支持。流扩展提供了一组抽象和API，使得思考和使用流更简单，更健壮。流扩展允许开发人员编写以结构化方式对一系列事件进行操作的响应式应用程序。流提供程序的可扩展性模型使编程模型与各种现有排队技术兼容并可在其中移植，例如[Event Hub](http://azure.microsoft.com/en-us/services/event-hubs/)，[ServiceBus](http://azure.microsoft.com/en-us/services/service-bus/)，[Azure Queues](http://azure.microsoft.com/en-us/documentation/articles/storage-dotnet-how-to-use-queues/)和[Apache Kafka](http://kafka.apache.org/)。无需编写特殊代码或运行专用进程来与这些队列进行交互。

### 编程模型

Orleans流程编程模型背后有许多原则。

1. Orleans流是虚拟的。也就是说，流始终存在。它没有明确地创建或销毁，它永远不会失败。
2. 流由流ID 标识，流ID只是由GUID和字符串组成的逻辑名称。
3. Orleans Streams允许在时间和空间上将数据的生成与其处理分离。这意味着流生产者和流消费者可能在不同的服务器上，在不同的时间，并将承受失败。
4. Orleans流轻盈而充满活力。Orleans Streaming Runtime旨在处理大量来自高速率的流。
5. Orleans流绑定是动态的。Orleans Streaming Runtime旨在处理Grain以高速连接和断开流的情况。
6. Orleans Streaming Runtime 透明地管理流消耗的生命周期。在应用程序订阅流之后，从那时起它将接收流的事件，即使存在故障。
7. Orleans流在Grain和Orleans客户之间均匀运作。

### 新要求

我们确定了流处理系统的4个基本要求，使其能够针对上述方案。

1. 灵活的流处理逻辑
2. 支持高度动态的拓扑
3. 细粒度的流粒度
4. 分配

#### 灵活的流处理逻辑

我们希望系统支持表达流处理逻辑的不同方式。我们上面提到的现有系统要求开发人员编写声明性数据流计算图，通常遵循函数式编程风格。这限制了处理逻辑的表现力和灵活性。奥尔良流对处理逻辑的表达方式无动于衷。它可以表示为数据流（例如，通过[在.NET中](https://msdn.microsoft.com/en-us/data/gg577609.aspx)使用[Reactive Extensions（Rx）](https://msdn.microsoft.com/en-us/data/gg577609.aspx)）; 作为一个功能计划; 作为声明性查询; 或者在一般的命令逻辑中。逻辑可以是有状态的或无状态的，可能有也可能没有副作用，并且可以触发外部动作。所有权力都交给开发者。

#### 支持动态拓扑

我们希望系统允许动态演变的拓扑。我们上面提到的现有系统通常仅限于在部署时固定且不能在运行时进化的静态拓扑。在下面的数据流表达式示例中，一切都很简单，直到您需要更改它。

Stream.GroupBy(x=> x.key).Extract(x=>x.field).Select(x=>x+2).AverageWindow(x, 5sec).Where(x=>x > 0.8) \*

更改Where过滤器中的阈值条件，添加其他Select语句或在数据流图中添加另一个分支并生成新的输出流。在现有系统中，如果不拆除整个拓扑并从头开始重新启动数据流，这是不可能的。实际上，这些系统将检查现有计算，并能够从最新检查点重新启动。尽管如此，这种重新启动对于实时产生结果的在线服务来说是破坏性的并且代价高昂。当我们谈论大量这样的表达式以相似但不同的（每用户，每个deveice等）参数执行并且不断变化时，这种重新启动变得特别不切实际。

我们希望系统允许在运行时通过向计算图添加新链接或节点，或通过更改计算节点内的处理逻辑来演化流处理图。

#### 细粒度的流粒度

在现有系统中，最小的抽象单元通常是整个流（拓扑）。但是，我们的许多目标场景要求拓扑中的单个节点/链路本身是逻辑实体。这样，每个实体都可以独立管理。例如，在包括多个链路的大流拓扑中，不同的链路可以具有不同的特性，并且可以在不同的物理传输上实现。一些链接可以通过TCP套接字，而其他链接可以通过可靠的队列。不同的链接可以有不同的交付保证。不同的节点可以具有不同的检查点策略，并且它们的处理逻辑可以用不同的模型或甚至不同的语言来表达。在现有系统中通常不可能具有这种灵活性。

抽象和灵活性参数的单位类似于SoA（面向服务的体系结构）与Actors的比较。Actor系统允许更大的灵活性，因为每个系统本质上都是一个独立管理的“小型服务”。同样，我们希望系统允许这种细粒度控制。

#### 分配

当然，我们的系统应该具有**“良好的分布式系统”的**所有属性。那包括：

1. 可伸缩性 - 支持大量流和计算元素。
2. 弹性 - 允许根据负载添加/删除资源以增长/缩小。
3. 可靠性 - 适应故障
4. 效率 - 有效利用基础资源
5. 响应能力 - 实现近实时场景。