

----- scene viewport -----

》》》做了两件事：设置视口和设置相机比例

》》》为什么要设置 m_ViewportSize 为 glm::vec2 而不是 ImVec2 ?

因为后面需要进行 != 运算，而 ImVec2 没有这个运算符的定义，只有 glm::vec2 有这个运算符的定义。

```
template<typename T, qualifier Q>
GLM_FUNC_QUALIFIER GLM_CONSTEXPR bool operator!=(vec<2, T, Q> const& v1, vec<2, T, Q> const& v2)
{
    return !(v1 == v2);
}
```

所以需要 ImVec2 接收 GetContentRegionAvail 返回的 ImVec2 类型的 panelSize，然后将两者进行比较。


```
ImVec2 panelSize = ImGui::GetContentRegionAvail();
if (m_ViewportSize != *(glm::vec2*)&panelSize)
{
}
```

》》》发现一个问题

```
ImVec2 panelSize = ImGui::GetContentRegionAvail(); // 获取面板大小
if (m_ViewportSize != *(glm::vec2*)&panelSize)
{
    m_ViewportSize = { panelSize.x, panelSize.y }; // 及时更新视口大小
    m_Framebuffer->Resize(m_ViewportSize.x, m_ViewportSize.y);
    m_CameraController.Resize(m_ViewportSize.x, m_ViewportSize.y);
}
ImGuiTextureID textureID = (void*)m_Framebuffer->GetColorAttachmentRendererID();
ImGui::Image(textureID, ImVec2{ m_ViewportSize.x, m_ViewportSize.y }, ImVec2{ 0, 1 }, ImVec2{ 1, 0 });
```



其中，无论对 m_Framebuffer 是否调用 Resize，其渲染结果和响应好像都是一样的，并没有什么影响（实际上这应该对图像的分辨率有一定影响，但为何我没有发现什么明确特征？）。而且不调用 Framebuffer->Resize 的话，调整窗口大小的时候图像并不会出现闪烁的现象。（所以说闪烁正是因为帧缓冲对纹理附件的刷新而导致的）


》》》另一个问题


 @KennyTutorials 4年前

Im found a little bug when we double click on title bar / border, then engine is crashed and say that framebuffer isn't complete. Maybe this bug only on my engine? I think we just destroy the viewport window, but at same time trying drawing framebuffer on this window.

当我们双击标题栏/边框时，我发现了一个小错误，然后引擎崩溃并说帧缓冲区不完整。也许这个错误只出现在我的引擎上？我认为我们只是销毁视口窗口，但同时尝试在此窗口上绘制帧缓冲区。



  回复


 3 条回复

 @FlukierJupiter 4年前

use the ImGuiTabBarFlags_NoTooltip flag when creating the ImGui window to prevent the window collapsing



创建 ImGui 窗口时使用 ImGuiTabBarFlags_NoTooltip 标志以防止窗口折叠


  回复

 @FlukierJupiter 4年前

you could just return from the invalidate function if the width or height is zero, before creating the frame buffer

如果宽度或高度为零，则在创建帧缓冲区之前，您可以从无效函数返回

 2  回复

 @KennyTutorials 4年前

@FlukierJupiter Thanks for help! It works)

@FlukierJupiter 感谢您的帮助！有用)

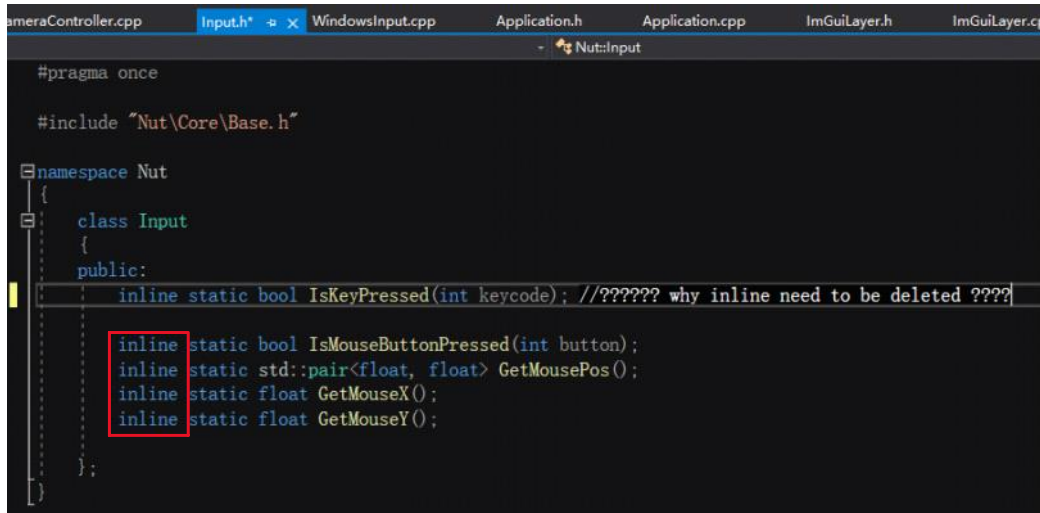
》》》值得一提的是，相机的纵横比更新函数参数需要为 float 类型的，而不是 uint 类型，否则会导致窗口尺寸过小时无渲染结果。

```
void OrthographicCameraController::Resize(float width, float height)
{
    m_AspectRatio = width / height;
    UpdateViewport();
}
```

-----ImGui Layer Events-----

》》》发现一个问题:

Hazel中有一次维护是删除 inline 关键字的,我大致看了眼,觉得没有必要,就没有提交到 Nut,只是添加到待办里面了,这导致一个问题。



```
#pragma once

#include "Nut/Core/Base.h"

namespace Nut
{
    class Input
    {
    public:
        inline static bool IsKeyPressed(int keycode); //?????? why inline need to be deleted ???
        inline static bool IsMouseButtonPressed(int button);
        inline static std::pair<float, float> GetMousePos();
        inline static float GetMouseX();
        inline static float GetMouseY();
    };
}
```

操作:

在简化了Input.h之后,只剩下了5个函数的声明,而且这些函数在简化前都是内联函数,在.h文件中就已经定义过了。

建议:

所以在删除掉了定义之后,还应该删除inline关键字,我们要确保使用 inline 关键字的时候就对函数在头文件中定义,否则不添加inline关键字,避免出现错误。

如果仅仅删除了定义,但是没有删除inline关键字,就会出现 LNK2019 的报错,比如:

"public: static bool __cdecl Nut::Input::IsKeyPressed(int)" (?IsKeyPressed@Input@Nut@@@SA_NH@Z),
函数 "public: void __cdecl Nut::OrthoGraphicCameraController::OnUpdate(class Nut::Timestep)" (?OnUpdate@OrthoGraphicCameraController@Nut@@QEAXVTimestep@2@@Z) 中引用了该符号。

问题:

OrthoCameraController本应使用函数,可是为什么会查找不到,或者说对这个函数链接失败呢?

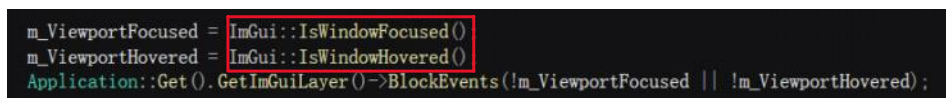
原因:

这正是因为我在头文件中只声明了函数为 inline,然后没在头文件中定义这个函数,而是在 CPP 文件中定义它。

此时编译器会在编译时找不到这个函数的定义,因为头文件已经告诉编译器这是一个 inline 函数,并期望在头文件中找到它的实现。

这样会导致链接错误或重复定义错误,这全都由于 CPP 文件中的定义与头文件中的 inline 声明不匹配。

》》》提醒:



```
m_ViewportsFocused = ImGui::IsWindowFocused();
m_ViewportsHovered = ImGui::IsWindowHovered();
Application::Get().GetImGuiLayer()->BlockEvents(!m_ViewportsFocused || !m_ViewportsHovered);
```

记得不要写成 ImGui::IsWindowFocused; ;)

-----Where to go + Code review (前瞻与代码审核) -----

》》》Cherno 所做的

Cherno 在这一集前8分钟修复了一个小Bug,然后就算是开始审核代码了,基本上讲了自己对游戏引擎的理解与期望,还有接下来的进程。

》》》我将提交一些维护代码,因为这一集也没什么要做的。

》》》调整ImGui窗口大小时闪烁的原因是:我们在绘制ImGui窗口时同步更新了FrameBuffer和Camera



```
ImVec2 panelSize = ImGui::GetContentRegionAvail();
if (m_ViewportsSize != *(glm::vec2*)&panelSize)
{
    m_ViewportsSize = { panelSize.x, panelSize.y };
    m_Framebuffer->Resize(panelSize.x, panelSize.y);
    m_CameraController.Resize(panelSize.x, panelSize.y);
}
```

我们应该先更新，后绘制。

问题出现原理以及解决方法：

在 OnImGuiRender 函数中处理窗口大小变化时，你会在每一帧的渲染过程中检查窗口尺寸并同时处理窗口尺寸。因为在窗口调整时你重新创建了帧缓冲（Framebuffer），那么在调整过程中的某些渲染操作可能会使用未完全准备好的新帧缓冲，这就会导致显示的内容不稳定，从而产生闪烁。
将窗口大小的调整逻辑提前放在 Onupdate 函数中，可以确保在每一帧的渲染之前已经完成了所有的帧缓冲调整。这意味着当 ImGuiRender 执行时，帧缓冲已经是正确的状态，减少了因帧缓冲调整导致的闪烁现象。

未准备好的帧缓冲概念：

1. 帧缓冲（Framebuffer）重建过程：
当窗口大小变化时，通常需要重新创建或调整帧缓冲的尺寸，以适应新的窗口尺寸。这个过程包括删除旧的帧缓冲对象并创建新的对象，同时可能需要重新分配或调整与之关联的纹理和深度缓冲区。
2. 未准备好的帧缓冲：
在帧缓冲重新创建或调整的过程中，新的帧缓冲可能尚未完全配置和初始化。例如，新的纹理可能尚未正确分配或绑定，或者深度缓冲区的设置尚未完成。在这个过渡期间，帧缓冲可能处于一个不稳定的状态，无法正确显示内容。

》》》另外，还要注意一个问题：

```
void EditorLayer::OnUpdate(Timestep ts)
{
    NUT_PROFILE_FUNCTION(); // 一个作用域只能声明一个 Timer 变量

    // Logic Update
    ImVec2 panelSize = ImGui::GetContentRegionAvail();
    if (m_ViewportsSize != *(glm::vec2*)&panelSize) && m_ViewportsSize.x > 0.0f && m_ViewportsSize.y > 0.0f { // 及时更新视口大小
        m_ViewportsSize = { panelSize.x, panelSize.y };
        m_Framebuffer->Resize((uint32_t)panelSize.x, (uint32_t)panelSize.y);
        m_CameraController.Resize(panelSize.x, panelSize.y);
    }

    if ((m_ViewportsSize.x != m_Framebuffer->GetSpecification().Width || m_ViewportsSize.y != m_Framebuffer->GetSpecification().Height)
        && m_ViewportsSize.x > 0.0f && m_ViewportsSize.y > 0.0f)
    {
        m_Framebuffer->Resize((uint32_t)m_ViewportsSize.x, (uint32_t)m_ViewportsSize.y);
        m_CameraController.Resize(m_ViewportsSize.x, m_ViewportsSize.y);
    }

    // Screen Update
    if (m_ViewportsFocused)
        m_CameraController.OnUpdate(ts);
}
```

第一种逻辑更新方式是不可取的，因为 ImGui::GetContentRegionAvail() 获取的是当前ImGui窗口的面板大小，需要在 ImGui 窗口绘制范围内进行使用，否则获取的Window值为nullptr，即没有找到可获取的ImGui窗口。

第二种方式可取，因为每一次m_Viewports在ImGui窗口事件触发时更新后，每当下一次绘制开始执行OnUpdate函数，m_ViewportsSize已经是新窗口尺寸，而specification中存储的是旧窗口尺寸。这时触发Resize函数，随后帧缓冲m_Framebuffer更新，相应的帧缓冲m_Framebuffer中存储的specification也会更新为新窗口尺寸。
下一次窗口大小改变时，也是类似的操作。

逻辑：

需要注意的是，这里的m_Viewports值是在Onupdate函数执行后更新的，也就是说，图像的更新逻辑为：当前绘制时先判断逻辑，然后执行绘制。检测窗口尺寸变化的代码确实在绘制函数 OnImGuiRender中，不过没有直接绘制被更新的帧，而是将新窗口尺寸保留在全局变量m_ViewportsSize中，在下一次绘制开启前先在Onupdate更新窗体逻辑，然后在绘制函数中更新实际窗口尺寸。（简而言之，就是：当前帧检测到变化，但不更新，在下一帧开始时，发送变化值并执行更新）

-----ECS(实体系统)-----

》》》》76,77主要讲了EnTT的设计理念，使用方法以及使用案例，不是很难，我尽可能的做一些笔记以理解，同时上传77集的示例。

》》》》ECS的概念：

实体组件系统（ECS）是一种设计模式，常用于游戏开发和其他需要高性能和灵活性的应用程序中。它将对象分解为“实体”、“组件”和“系统”三个主要部分。
实体是唯一的标识符，组件是数据容器，而系统是处理组件数据的逻辑模块。

》》实体，组件，系统之间的关系：

1. 实体 (Entity)

定义：实体是系统中唯一的标识符，通常是一个简单的ID（比如unsigned int）。它本身不包含任何数据或逻辑。
作用：实体作为其他数据（即组件）和逻辑（即系统）的载体，用来标识和操作这些数据或逻辑。

2. 组件 (Component)

定义：组件是包含数据的结构体或类，但不包含逻辑。每种组件代表一种特定的数据类型，例如位置、速度、健康值等。
作用：组件用于存储实体的状态信息。每个实体可以拥有一个或多个组件，从而描述它的各种属性。

3. 系统 (System)

定义：系统包含处理特定类型组件数据的逻辑。系统会遍历所有具有所需组件的实体，执行相应的操作。
作用：系统负责更新和处理组件数据，实现游戏逻辑或其他功能。每个系统通常专注于一个特定的任务，如物理模拟、渲染或AI决策等。

》》关系和使用方式

关系:

实体与组件:

实体是组件的容器，通过附加不同类型的组件来描述实体的属性和行为。实体本身没有实际的数据，只是一个标识符。

组件与系统:

系统会查询所有拥有特定组件集合的实体，并对这些实体的组件数据进行处理。例如，物理系统可能会查找所有拥有位置和速度组件的实体，并更新它们的位置数据。

使用方式:

创建实体: 实例化一个新的实体并为其分配唯一标识符。

添加组件: 为实体附加一个或多个组件。每个组件存储实体的特定数据。

定义系统: 实现系统逻辑，这些系统会在每一帧或特定的事件触发时运行。

更新: 在每一帧或游戏循环中，系统会遍历实体并更新组件数据，实现游戏逻辑。

示例

假设你在开发一个简单的游戏，其中有角色实体 (Player) 和敌人实体 (Enemy)。

实体:

playerEntity 和 enemyEntity。

组件:

PositionComponent: 存储实体的位置数据 (x, y)。

VelocityComponent: 存储实体的速度数据 (vx, vy)。

HealthComponent: 存储实体的健康值。

系统:

MovementSystem: 遍历所有具有 PositionComponent 和 VelocityComponent 的实体，并根据速度更新位置。

HealthSystem: 遍历所有具有 HealthComponent 的实体，处理伤害、恢复等健康相关的逻辑。

》》ECS可以看做是一种数据结构吗，有什么优点?

与其看做是数据结构，不如称之为是一种设计模式。

优点:

性能: ECS通过将数据 (组件) 分开存储，提高了缓存效率、减少内存碎片，从而提高性能。

灵活性: ECS使得添加、删除和修改组件变得容易，而且系统将数据和行为分离的方式也使得数据和逻辑的耦合度降低，这有助于维护和扩展系统。使系统更加灵活和可扩展。

》》》》下载头文件: (https://github.com/skypjack/entt/tree/master/single_include/entt)

这个库只需要加载头文件，因为entt是一个模板库，不需要链接。

》》》》entt::registry 的原理与机制

概念:

entt 的 entt::registry 是一个高度优化的数据结构，用于高效地管理实体及其组件。

结构:

- 存放实体的结构
实体ID: 每个实体都有一个唯一的ID，这个ID用于标识实体，可以在内部数据结构中索引和检索。
实体状态管理: entt::registry 维护一个实体池 (entity pool) 来跟踪实体的创建和销毁。通常是通过位图或其他类似的数据结构来管理实体。
- 管理组件的结构
组件存储: entt::registry 为每种组件类型维护一个独立的存储结构，通常是一个类似于数组或向量的容器。每个组件的存储容器按所属于的 实体ID进行索引，从而实现快速访问。
组件映射: 为了支持快速的组件查询和操作，entt::registry 使用组件映射 (component map) 来跟踪哪些实体拥有特定的组件。
这种映射通常基于组件的签名 (signature) 来实现，签名是实体拥有的组件的集合。
组件更新: entt::registry 允许高效的组件添加、删除和更新。组件的存储和管理通常采取增量更新的方式，以提高性能。

存储结构图示:

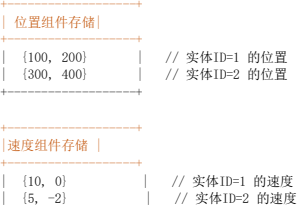
假设我们有两个实体 (ID=1 和 ID=2)，以及两个组件 (位置和速度)。

实体管理: entt::registry 维护一个实体池，跟踪所有有效的实体ID (比如，1 和 2)。



位置组件: 用一个数组或向量存储位置数据，比如 {{100, 200}, {300, 400}}，其中 {100, 200} 是玩家的位置，{300, 400} 是敌人的位置。

速度组件: 用另一个数组或向量存储速度数据，比如 {{10, 0}, {5, -2}}，其中 {10, 0} 是玩家的速度，{5, -2} 是敌人的速度。



位置映射: entt::registry 使用一个哈希表将实体ID映射到位置数据。例如, ID=1 映射到 {100, 200}, ID=2 映射到 {300, 400}。
速度映射: 类似地, ID=1 映射到 {10, 0}, ID=2 映射到 {5, -2}。

组件映射 (哈希表)	
位置:	
ID=1 -> {100, 200}	
ID=2 -> {300, 400}	
速度:	
ID=1 -> {10, 0}	
ID=2 -> {5, -2}	

》》entt::registry的查询与更新:

```
#include <entt/entt.hpp>
#include <iostream>

// 定义组件
struct Position {
    float x, y;
};

struct Velocity {
    float vx, vy;
};

int main() {
    // 创建一个注册表
    entt::registry registry;

    // 使用 registry 创建实体并返回句柄
    auto entity = registry.create();

    // 为实体添加组件
    registry.emplace<Position>(entity, 10.0f, 20.0f);
    registry.emplace<Velocity>(entity, 1.0f, 2.0f);

    // 查询组件
    if (auto* pos = registry.try_get<Position>(entity)) {
        std::cout << "Position: (" << pos->x << ", " << pos->y << ")\n";
    } else {
        std::cout << "Entity has no Position component.\n";
    }

    if (auto* vel = registry.try_get<Velocity>(entity)) {
        std::cout << "Velocity: (" << vel->vx << ", " << vel->vy << ")\n";
    } else {
        std::cout << "Entity has no Velocity component.\n";
    }

    // 更新组件
    if (auto* pos = registry.try_get<Position>(entity)) {
        pos->x += 5.0f; // 增加 x 坐标
        pos->y -= 3.0f; // 减少 y 坐标
    }

    if (auto* vel = registry.try_get<Velocity>(entity)) {
        vel->vx *= 2.0f; // 增加 x 速度
        vel->vy *= 0.5f; // 减少 y 速度
    }

    return 0;
}
```

》》》新版 Entt 的 entt::registry 好像没有 has 这个成员函数.

》》》》结构化绑定:

```
auto group = m_Registry.group<TransformComponent, MeshComponent>();
for (auto entity : group)
{
    auto& [transform, mesh] = group.get<TransformComponent, MeshComponent>(entity);
}
```

这就是就是所谓的结构化绑定, 可以查看 Cherno C++ 系列的视频.

Bilibili https://www.bilibili.com/video/BV11F411n7pw/?share_source=copy_web&vd_source=ca2feff7d155a2579964dfa2c3173769

Youtube: [STRUCTURED BINDINGS in C++](#)



Structured binding: 结构化绑定

语法: `auto [var1, var2, ...] = expression;`

auto 表示变量的类型将由编译器自动推导。
[var1, var2, ...] 是结构化绑定的变量列表，用于接收解构后的值。
expression 是一个可以解构的对象，通常是一个 std::tuple、std::pair 或自定义类型。

```
m_Registry.on_construct<TransformComponent>().connect<&OnTransformConstruct>();
```

on_construct 是用于注册回调函数，当某个组件类型的组件被添加到实体时，会触发这些回调。它允许你在组件创建时执行特定的操作。
connect<&OnTransformConstruct>(): 将 OnTransformConstruct 函数连接到这个信号。每当 TransformComponent 被添加到实体时，OnTransformConstruct 就会被调用。

-----Entities And Components-----



》》》感觉没啥要记的

`auto group = m_Registry.group<TransformComponent>(entt::get<SpriteComponent>);`

m_Registry.group<TransformComponent>: 定义了一个组，其中的实体必须具有TransformComponent组件。
entt::get<SpriteComponent>: 这是一个额外的条件，表示要包括SpriteComponent组件。
这样，group中的实体不仅必须有TransformComponent，还必须有SpriteComponent。

-----Entity class-----

》》》强指针与弱指针的区别

强指针:	<p>定义: 强指针是指在程序中直接引用对象的指针或引用。当一个对象有一个或多个强指针指向它时，该对象的生命周期是由这些强指针管理的，直到所有强指针都被释放或指向其他对象。</p> <p>特性: 只要存在一个强指针指向对象，该对象就不会被回收或释放。强指针会延长对象的生命周期，防止对象在被引用期间被销毁。</p>
弱指针:	<p>定义: 弱指针是一种不会阻止对象被回收的指针。它通常用于引用那些可能会被销毁的对象，避免强引用循环所导致的内存泄漏。</p> <p>特性: 弱指针不会改变对象的引用计数，这意味着即使存在弱指针指向对象，只要没有强指针指向对象，该对象依然会被回收。弱指针通常与强指针一起使用，以避免内存泄漏问题。</p>

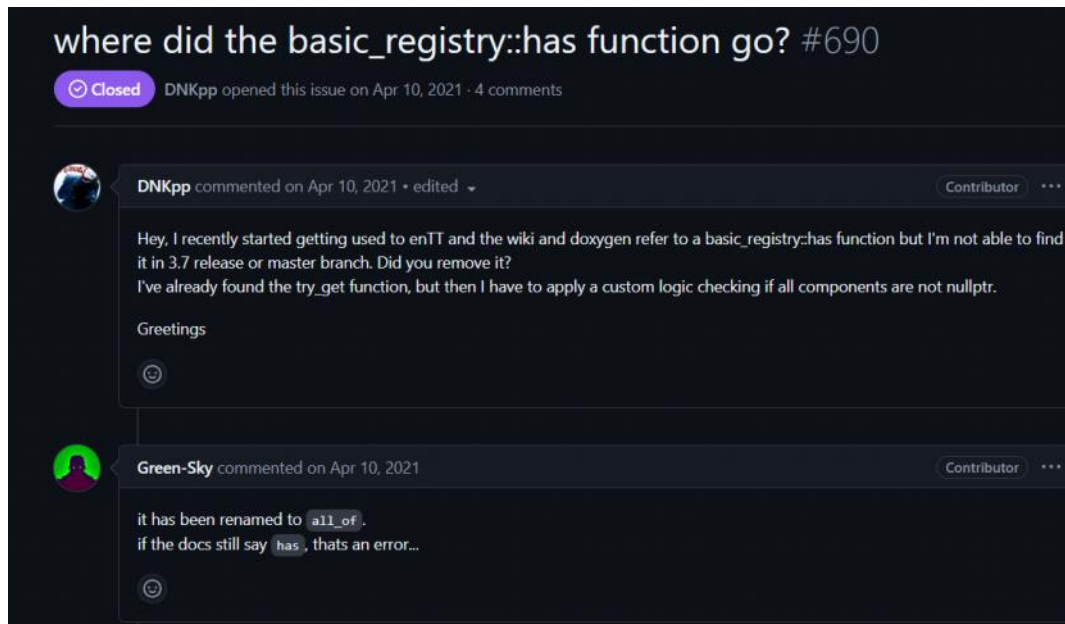
内存管理:

强指针	会增加对象的引用计数，使对象在所有强指针都被释放之前不会被回收。
弱指针	不会影响对象的引用计数，它只是一个辅助指针，用于访问对象，但不阻止对象的回收。

例如:
在观察者模式的设计中，弱指针可以在观察对象时不干预对象生命周期。也就是说 std::weak_ptr 可以通过避免持有对象的强引用来实现有效的内存管理。

》》》registry.has() 函数被重命名了 现在叫 all_of

You can find it with : <https://github.com/skypjack/entt/issues/690>



》》》关于 `operator bool()` `const`

这是一个**类型转换运算符 (type conversion operator)**，其作用是允许类 Entity 对象在需要布尔值的上下文中（如条件语句）被隐式地转换为 bool 类型。

例如：

```
operator bool() const { return m_EntityHandle != 0; }
```

在这里，`m_EntityHandle` 是一个表示实体的句柄 (handle)。

如果 `m_EntityHandle` 为 0 (null 或 空)，则 `m_EntityHandle != 0` 返回 `false`，可以认为 Entity 对象无效（可能表示它已经被销毁或未初始化）。

否则，若 `m_EntityHandle` 不为空，则 `m_EntityHandle != 0` 结果为 `true`，可以认为它是有效的。