https://www.cnblogs.com/kekec/p/13045042.html

FUObjectItem

FUObjectArray

```
struct FUObjectItem
{
    // Pointer to the allocated object
    class UObjectBase* Object;
    // Internal flags
    int32 Flags;
    // UObject Owner Cluster Index
    int32 ClusterRootIndex;
    // Weak Object Pointer Serial number associated with the object
    int32 SerialNumber;
};

// 获取UObject对象对应的FUObjectItem
FUObjectItem* ObjItem = GUObjectArray.IndexToObject(Obj->GetUniqueID());
```

GC Mark

IsUnreable可用于判断UObject是否可达，但该方法调用必须在GC标记阶段完成后才有效，即使一个对象时不可达的，但是在没有执行GC标记前仍然返回true（可达）。因为GC Mark阶段会给对象添加EInternalObjectFlags::Unreachable标记，该标记用于判断对象是否可达。

GC Mark是在TaskGraph线程执行的操作，游戏线程处于等待状态

GC Sweep

主要有三个阶段

1. ConditionalBeginDestroy

   在增量GC中，会严格执行内存加载存储顺序，来保持内存排列没有发生变化，否则可能造成在GC清理时候造成内存错乱等问题。首先会增量得把不可达对象全部执行BeginDestroy，并修改UObject Flag标记为RF_BeginDestroyed，来防止BeginDestroy函数执行多次。这个过程阶段执行时间会有限制，**如果超过了这个限制时间还没有把全部UObject遍历完，将下次Tick时候执行（分帧执行，防止卡顿）**，并退出后续的增量GC操作，直到把全部的UObject遍历完全后开始下一步的ConditionalFinishDestroy操作。

2. ConditionalFinishDestroy

   ConditionalFinishDestroy遍历执行所有已经执行了BeginDestroy的不可达对象，目的准备执行FinishDestroy并修改UObject Flag标记为RF_FinishDestroyed。当然这这个过程也是会有时间限制的，如果超过了限制时间，也是会等到下次Tick继续增量执行。

   这个过程会有两个阶段，第一个阶段遍历所有的UObject(已经执行了BeginDestroy的不可达UObject) 将已经处于ReadyForFinishDestroy状态的UObject直接执行FinishDestroy，其余还没有进入准备状态的Object可能某个图形资源在等待渲染资源的完成，为了不想等待渲染线程的过程走完造成GC堵塞，将其存入到一个Pending列表中。执行IsReadyForFinishDestroy方法后可通知渲

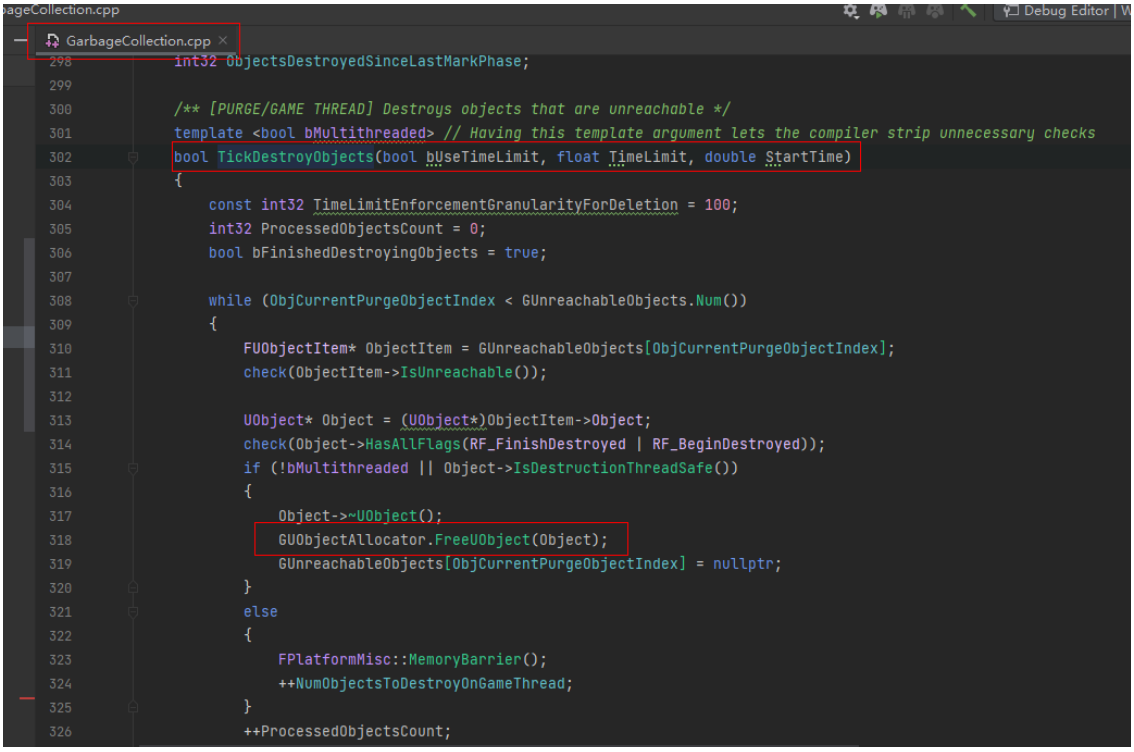
染线程释放这个资源对象。

第二阶段就是在第一阶段基础上，获取到剩余所有UObject的Pending列表并遍历，再次执行第一阶段的过程，直到Pending列表中的所有UObject对象都执行了FinishDestroy方法才会进入到第三个DestructUObejct过程。如果这一次Tick有的UObject没有进入ReadyForFinishDestroy状态的话，将再下一次Tick继续尝试判断UObject资源是否从渲染线程退出并是否处于ReadyForFinishDestroy状态。

3. DestructUObject

   TickDestroyObjects->GUObjectAllocator.FreeUObject

   最终才是UObject对象的完全析构，第一和第二个过程都是在HashTable将UObject移除，并做一些Destroy准备工作，在这个第三过程才是从内存中完全析构销毁。将全部的对象都销毁之后将变量初始化，准备下一次的GC操作。



执行GC操作的函数

以阻塞的方式尝试进行一次GC Mark

GEngine->PerformGarbageCollectionAndCleanupActors();

TryCollectGarbage(GARBAGE_COLLECTION_KEEPFLAGS, false); // ① 会先检查在其他线程中是否有UObject操作 ② 连续尝试没成功的次数 > GNumRetriesBeforeForcingGC时 注：UE4.25中GNumRetriesBeforeForcingGC配置为10

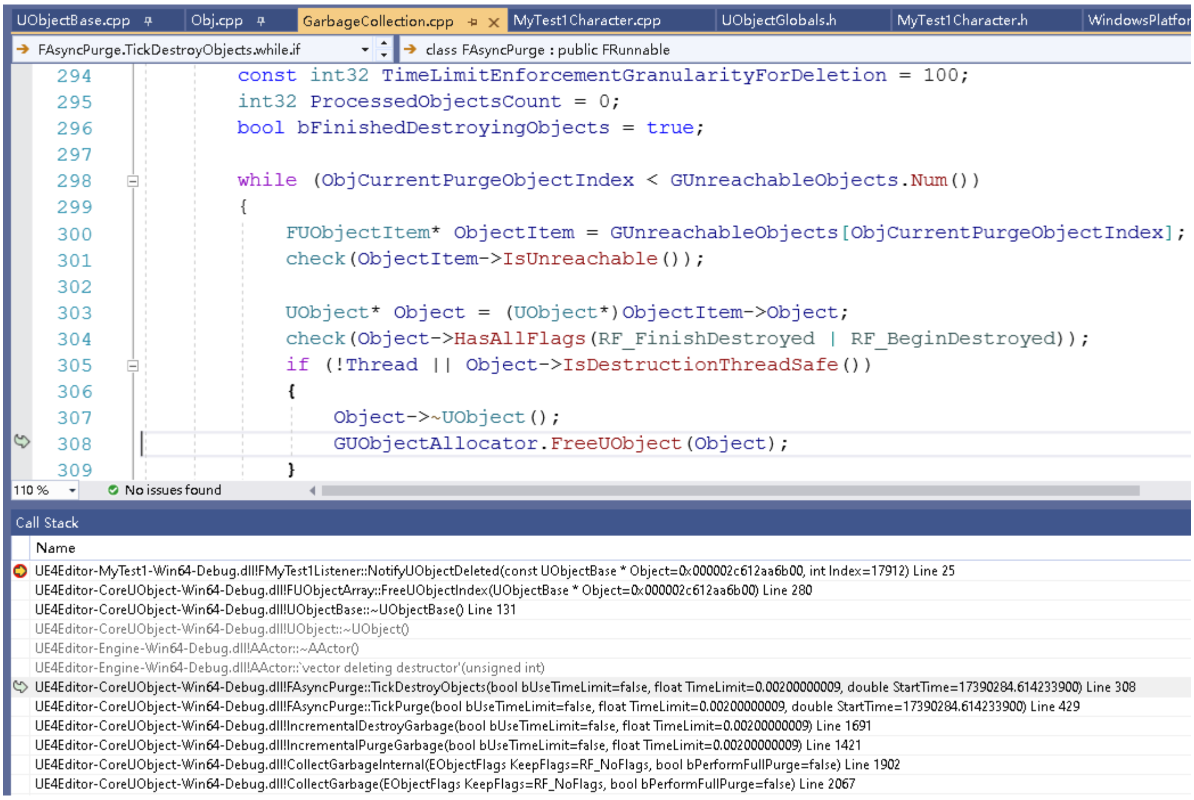
GEngine->ForceGarbageCollection(false); // 下一帧才以阻塞的方式尝试进行一次GC Mark

以阻塞的方式进行一次GC Mark

CollectGarbage(RF_NoFlags, false);

CollectGarbage(GARBAGE_COLLECTION_KEEPFLAGS, false);

如果连续2次调用GC Mark，在第2次GC Mark之前，会先阻塞执行一次全量的GC Sweep

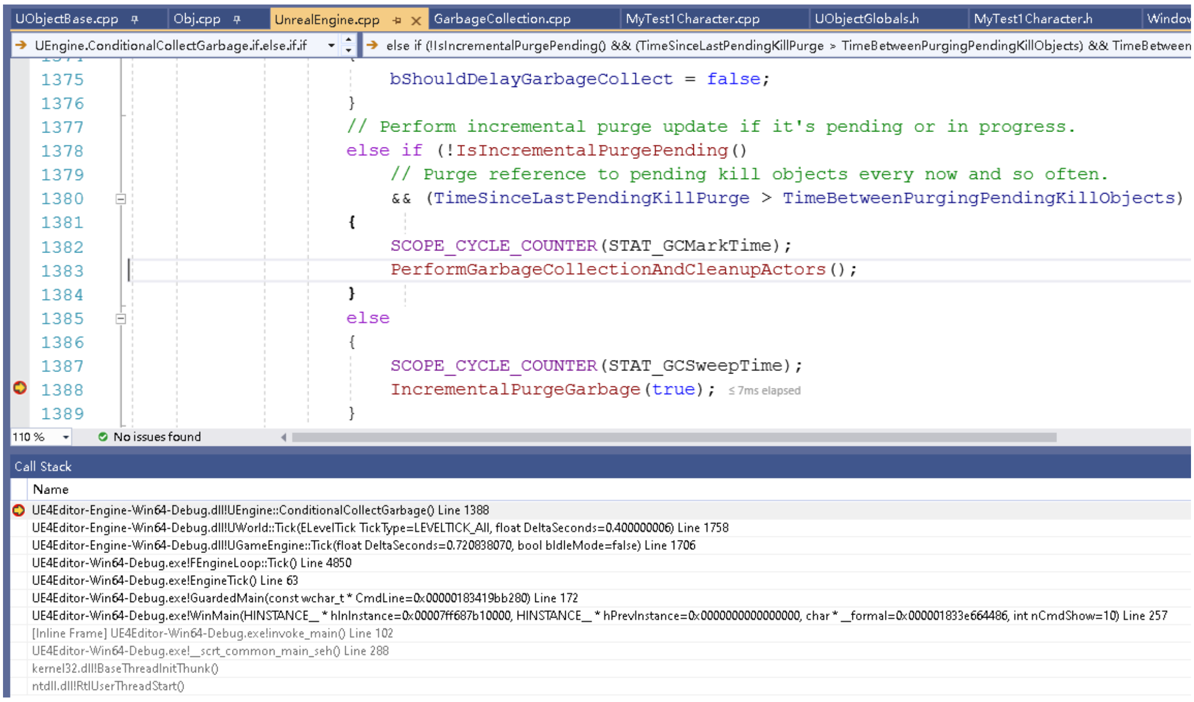


限制时间来分帧进行一次GC Sweep

IncrementalPurgeGarbage(true); // 以缺省0.002的时间进行一次GC Sweep

IncrementalPurgeGarbage(true, 0.1); // 以0.1的时间进行一次GC Sweep

引擎在每帧Tick中都在通过限制时间来分帧异步进行GC Sweep



阻塞的方式进行一次GC Sweep

IncrementalPurgeGarbage(false); // 以阻塞的方式进行一次GC Sweep

以阻塞的方式尝试进行一次全量的GC（包括Mark和Sweep阶段）

TryCollectGarbage(GARBAGE_COLLECTION_KEEPFLAGS, true);

GEngine->Exec(nullptr, TEXT("obj trygc"));

GEngine->ForceGarbageCollection(true); // 下一帧才以阻塞的方式尝试进行一次全量的GC

以阻塞的方式进行一次全量的GC（包括Mark和Sweep阶段）

CollectGarbage(RF_NoFlags);

CollectGarbage(GARBAGE_COLLECTION_KEEPFLAGS);

CollectGarbage(GARBAGE_COLLECTION_KEEPFLAGS, true);

GEngine->Exec(nullptr, TEXT("obj gc"));

GC相关的代理

static FSimpleMulticastDelegate& GetPreGarbageCollectDelegate(); // GC Mark或全量GC执行之前的代理通知

static FSimpleMulticastDelegate& GetPostGarbageCollect(); // GC Mark或全量GC完成之后的代理通知

static FSimpleMulticastDelegate PreGarbageCollectConditionalBeginDestroy; // GC Sweep ConditionalBeginDestroy之前的代理通知

static FSimpleMulticastDelegate PostGarbageCollectConditionalBeginDestroy; // GC Sweep ConditionalBeginDestroy完成之后的代理通知

static FSimpleMulticastDelegate PostReachabilityAnalysis; // GC Mark可达性分析之后的代理通知

GC相关的状态API

bool IsGarbageCollectingOnGameThread() // GC是否在游戏线程上

bool IsInGarbageCollectorThread() // 是否在GC线程上

bool IsGarbageCollecting() // 是否正在执行GC逻辑

bool IsGarbageCollectionWaiting() // GC是否在等待运行

GC锁

使得在垃圾回收时，其他线程的任何UObject操作都不会工作，避免出现一边回收一边操作导致的问题

FGCCSyncObject::Get().TryGCLock(); // 尝试获取GC锁

AcquireGCLock(); // 获取GC锁

ReleaseGCLock(); // 释放GC锁

```
bool IsGarbageCollectionLocked() // GC锁是否已经被获取了
```

```
{
  FGCScopeGuard GCGuard; // 进入作用域获取GC锁，离开自动释放GC锁 非GameThread有效
  Package = new FAsyncPackage(*this, *InRequest, EDLBootNotificationManager);
}
```

引擎中的GC逻辑

在Tick中调用GC逻辑

具体实现在：void UEngine::ConditionalCollectGarbage()函数中

在LoadMap中以阻塞的方式进行一次全量的GC

具体实现在：void UEngine::TrimMemory()函数中

GC相关的设置