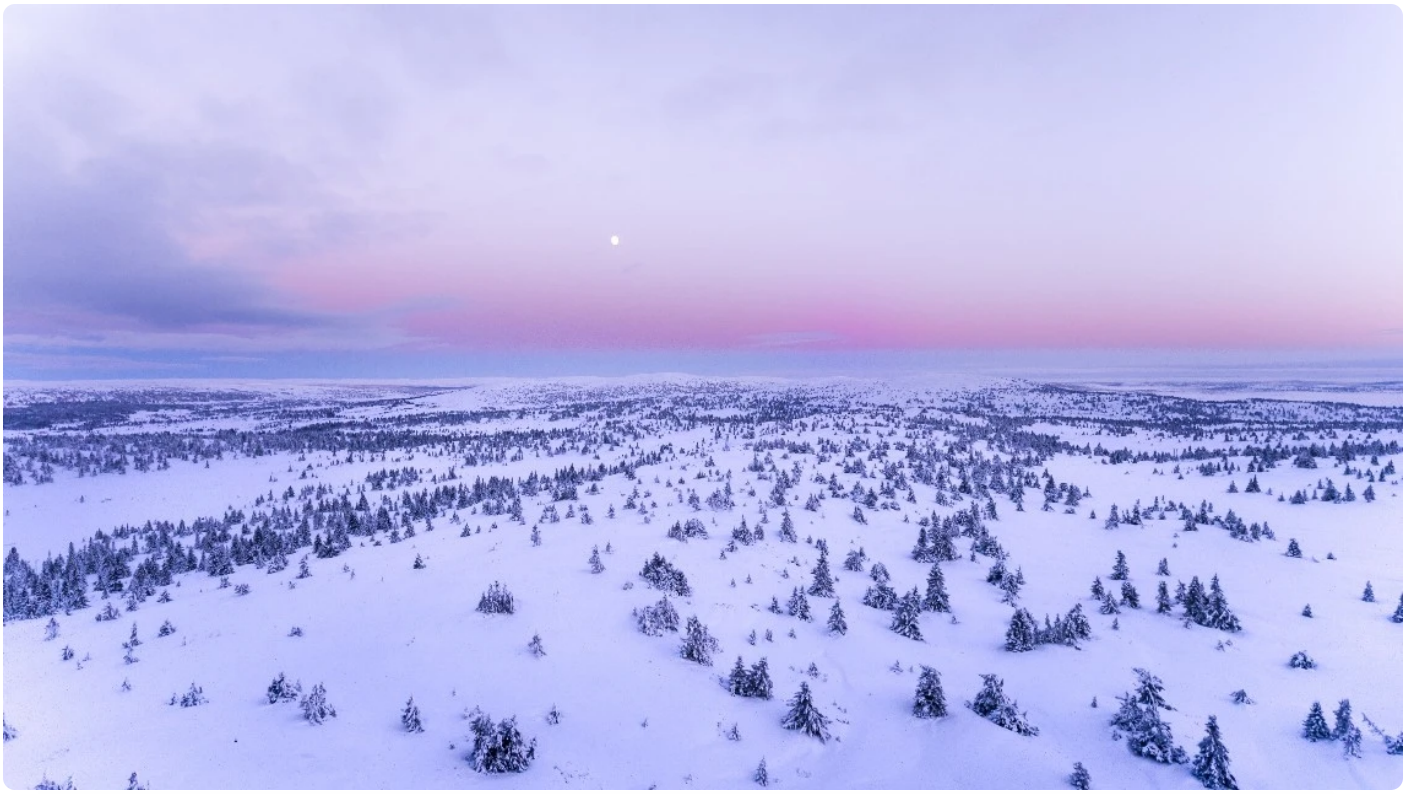
29 | Dispatchers是如何工作的？

2022-03-30 朱涛



讲述：朱涛

时长 15:25　大小 14.12M

你好，我是朱涛。今天，我们来分析 Kotlin 协程当中的 Dispatchers。

上节课里，我们分析了 launch 的源代码，从中我们知道，Kotlin 的 launch 会调用 startCoroutineCancellable()，接着又会调用 createCoroutineUnintercepted()，最终会调用编译器帮我们生成 SuspendLambda 实现类当中的 create() 方法。这样，协程就创建出来了。不过，协程是创建出来了，可它是如何运行的呢？

另外我们也都知道，协程无法脱离线程运行，Kotlin 当中所有的协程，最终都是运行在线程之上的。**那么，协程创建出来以后，它又是如何跟线程产生关联的？**这节课，我们将进一步分析 launch 的启动流程，去发掘上节课我们忽略掉的代码分支。

我相信，经过这节课的学习，你会对协程与线程之间的关系有一个更加透彻的认识。

Dispatchers

在上节课里我们学习过，launch{}本质上是调用了 startCoroutineCancellable() 当中的 createCoroutineUnintercepted() 方法创建了协程。

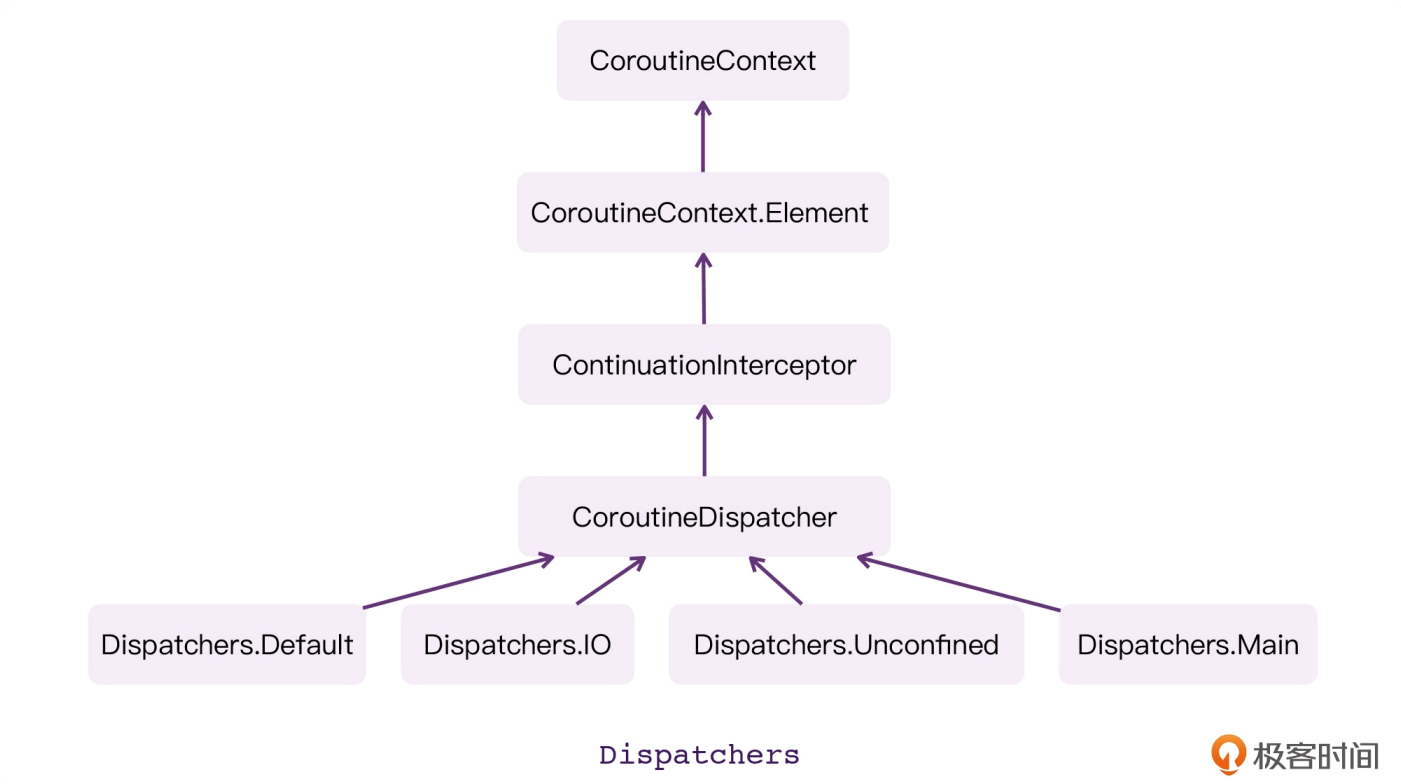
```
// 代码段1

public fun <T> (suspend () -> T).startCoroutineCancellable(completion: Continua
    //                                          注意这里
    //                                            ↓
    createCoroutineUnintercepted(completion).intercepted().resumeCancellableWit
}
```

那么下面，我们就接着上节课的流程，继续分析 createCoroutineUnintercepted(completion) 之后的 **intercepted() 方法**。

不过，在正式分析 intercepted() 之前，我们还需要弄清楚 Dispatchers、CoroutineDispatcher、ContinuationInterceptor、CoroutineContext 之间的关系。

```
// 代码段2

public actual object Dispatchers {

    public actual val Default: CoroutineDispatcher = DefaultScheduler

    public actual val Main: MainCoroutineDispatcher get() = MainDispatcherLoade

    public actual val Unconfined: CoroutineDispatcher = kotlinx.coroutines.Unco

    public val IO: CoroutineDispatcher = DefaultIoScheduler

    public fun shutdown() {    }
}

public abstract class CoroutineDispatcher :
    AbstractCoroutineContextElement(ContinuationInterceptor), ContinuationInter

public interface ContinuationInterceptor : CoroutineContext.Element {}

public interface Element : CoroutineContext {}
```

在第 17 讲当中，我们曾经分析过它们之间的继承关系。Dispatchers 是一个单例对象，它当中的 Default、Main、Unconfined、IO，类型都是 CoroutineDispatcher，而它本身就是 CoroutineContext。所以，它们之间的关系就可以用下面这个图来描述。



让我们结合这张图，来看看下面这段代码：

复制代码

```
// 代码段3

fun main() {
    testLaunch()
    Thread.sleep(2000L)
}

private fun testLaunch() {
    val scope = CoroutineScope(Job())
    scope.launch{
        logX("Hello!")
        delay(1000L)
        logX("World!")
    }
}

/**
 * 控制台输出带协程信息的log
 */
fun logX(any: Any?) {
    println(
```

```
        """
================================
$any
Thread:${Thread.currentThread().name}
================================""".trimIndent()
    )
}

/*
输出结果
================================
Hello!
Thread:DefaultDispatcher-worker-1 @coroutine#1
================================
================================
World!
Thread:DefaultDispatcher-worker-1 @coroutine#1
================================
*/
```

在这段代码中，我们没有为 launch() 传入任何 CoroutineContext 参数，但通过执行结果，我们发现协程代码居然执行在 DefaultDispatcher，并没有运行在 main 线程之上。这是为什么呢？

我们可以回过头来分析下 launch 的源代码，去看看上节课中我们刻意忽略的地方。

复制代码

```
// 代码段4

public fun CoroutineScope.launch(
    context: CoroutineContext = EmptyCoroutineContext,
    start: CoroutineStart = CoroutineStart.DEFAULT,
    block: suspend CoroutineScope.() -> Unit
): Job {
    // 1
    val newContext = newCoroutineContext(context)
    val coroutine = if (start.isLazy)
        LazyStandaloneCoroutine(newContext, block) else
        StandaloneCoroutine(newContext, active = true)
    coroutine.start(start, coroutine, block)
    return coroutine
}
```

首先，请留意 launch 的第一个参数，context，它的默认值是 EmptyCoroutineContext。在第 17 讲里，我曾提到过，CoroutineContext 就相当于 Map，而 EmptyCoroutineContext 则相当于一个空的 Map。所以，我们可以认为，这里的 EmptyCoroutineContext 传了也相当于没有传，它的目的只是为了让 context 参数不为空而已。**这其实也体现出了 Kotlin 的空安全思维，Kotlin 官方用 EmptyCoroutineContext 替代了 null。**

接着，请留意上面代码的注释 1，这行代码会调用 newCoroutineContext(context)，将传入的 context 参数重新包装一下，然后返回。让我们看看它具体的逻辑：

复制代码

```
// 代码段5

public actual fun CoroutineScope.newCoroutineContext(context: CoroutineContext)
    // 1
    val combined = coroutineContext.foldCopiesForChildCoroutine() + context
    // 2
    val debug = if (DEBUG) combined + CoroutineId(COROUTINE_ID.incrementAndGet(
    // 3
    return if (combined !== Dispatchers.Default && combined[ContinuationInterce
        debug + Dispatchers.Default else debug
}
```

这段代码一共有三个注释，我们来分析一下：

- 注释 1，由于 newCoroutineContext() 是 CoroutineScope 的扩展函数，因此，我们可以直接访问 CoroutineScope 的 coroutineContext 对象，它其实就是 CoroutineScope 对应的上下文。foldCopiesForChildCoroutine() 的作用，其实就是将 CoroutineScope 当中的所有上下文元素都拷贝出来，然后跟传入的 context 参数进行合并。**这行代码，可以让子协程继承父协程的上下文元素。**
- 注释 2，它的作用是在调试模式下，为我们的协程对象增加唯一的 ID。我们在代码段 3 的输出结果中看到的“@coroutine#1”，其中的数字“1”就是在这个阶段生成的。
- 注释 3，如果合并过后的 combined 当中没有 CoroutineDispatcher，那么，就会默认使用 Dispatchers.Default。

看到这里，你也许会有一个疑问，为什么协程默认的线程池是 Dispatchers.Default，而不是 Main 呢？答案其实也很简单，因为 Kotlin 协程是支持多平台的，**Main 线程只在 UI 编程平台**

才有可用。因此，当我们的协程没有指定 Dispatcher 的时候，就只能使用 Dispatchers.Default 了。毕竟，协程是无法脱离线程执行的。

那么现在，代码段 3 当中的协程执行在 Dispatchers.Default 的原因也就找到了：由于我们定义的 scope 没有指定 Dispatcher，同时 launch 的参数也没有传入 Dispatcher，最终在 newCoroutineContext() 的时候，会被默认指定为 Default 线程池。

好，有了前面的基础以后，接下来，我们就可以开始 intercepted() 的逻辑了。

CoroutineDispatcher 拦截器

让我们回到课程开头提到过的 startCoroutineCancellable() 方法的源代码，其中的 createCoroutineUnintercepted() 方法，我们在上节课已经分析过了，它的返回值类型就是 Continuation。而 **intercepted() 方法，其实就是 Continuation 的扩展函数**。

复制代码

```
// 代码段6

public fun <T> (suspend () -> T).startCoroutineCancellable(completion: Continua
    //                                          注意这里
    //                                             ↓
    createCoroutineUnintercepted(completion).intercepted().resumeCancellableWit
}


public actual fun <T> Continuation<T>.intercepted(): Continuation<T> =
    (this as? ContinuationImpl)?.intercepted() ?: this

internal abstract class ContinuationImpl(
    completion: Continuation<Any?>?,
    private val _context: CoroutineContext?
) : BaseContinuationImpl(completion) {
    constructor(completion: Continuation<Any?>?) : this(completion, completion?

    @Transient
    private var intercepted: Continuation<Any?>? = null

    // 1
    public fun intercepted(): Continuation<Any?> =
        intercepted
            ?: (context[ContinuationInterceptor]?.interceptContinuation(this) ?
                .also { intercepted = it }
}
```

从上面的代码中，我们可以看到，startCoroutineCancellable() 当中的 intercepted() 最终会调用 BaseContinuationImpl 的 intercepted() 方法。

这里，请你留意代码中我标记出的注释，intercepted() 方法首先会判断它的成员变量 **intercepted 是否为空**，如果为空，就会调用 context[ContinuationInterceptor]，获取上下文当中的 Dispatcher 对象。以代码段 3 当中的逻辑为例，这时候的 Dispatcher 肯定是 Default 线程池。

然后，如果我们继续跟进 interceptContinuation(this) 方法的话，会发现程序最终会调用 CoroutineDispatcher 的 interceptContinuation() 方法。

复制代码

```
// 代码段7

public abstract class CoroutineDispatcher :
    AbstractCoroutineContextElement(ContinuationInterceptor), ContinuationInter

    // 1
    public final override fun <T> interceptContinuation(continuation: Continuat
        DispatchedContinuation(this, continuation)
}
```

同样留意下这里的注释 1，interceptContinuation() 直接返回了一个 DispatchedContinuation 对象，并且将 this、continuation 作为参数传了进去。这里的 this，其实就是 Dispatchers.Default。

所以，如果我们把 startCoroutineCancellable() 改写一下，它实际上会变成下面这样：

复制代码

```
// 代码段8

public fun <T> (suspend () -> T).startCoroutineCancellable(completion: Continua
    createCoroutineUnintercepted(completion).intercepted().resumeCancellableWit
}

// 等价
//  ↓

public fun <T> (suspend () -> T).startCoroutineCancellable(completion: Continua
    // 1
    val continuation = createCoroutineUnintercepted(completion)
```

```
    // 2
    val dispatchedContinuation = continuation.intercepted()
    // 3
    dispatchedContinuation.resumeCancellableWith(Result.success(Unit))
}
```

在上面的代码中，注释 1，2 我们都已经分析完了，现在只剩下注释 3 了。这里的 resumeCancellableWith()，其实就是真正将协程任务分发到线程上的逻辑。让我们继续跟进分析源代码：

复制代码

```
// 代码段9

internal class DispatchedContinuation<in T>(
    @JvmField val dispatcher: CoroutineDispatcher,
    @JvmField val continuation: Continuation<T>
) : DispatchedTask<T>(MODE_UNINITIALIZED), CoroutineStackFrame, Continuation<T>

    inline fun resumeCancellableWith(
        result: Result<T>,
        noinline onCancellation: ((cause: Throwable) -> Unit)?
    ) {
        // 省略，留到后面分析
    }

}
```

也就是，DispatchedContinuation 是实现了 Continuation 接口，同时，它使用了“类委托”的语法，将接口的具体实现委托给了它的成员属性 continuation。通过之前代码段 7 的分析，我们知道它的成员属性 **dispatcher 对应的就是 Dispatcher.Default**，而成员属性 **continuation 对应的则是 launch 当中传入的 SuspendLambda 实现类**。

另外，DispatchedContinuation 还继承自 DispatchedTask，我们来看看 DispatchedTask 到底是什么。

复制代码

```
internal abstract class DispatchedTask<in T>(
    @JvmField public var resumeMode: Int
) : SchedulerTask() {

}

```

```
internal actual typealias SchedulerTask = Task

internal abstract class Task(
    @JvmField var submissionTime: Long,
    @JvmField var taskContext: TaskContext
) : Runnable {
    constructor() : this(0, NonBlockingContext)
    inline val mode: Int get() = taskContext.taskMode // TASK_XXX
}
```

可以看到，DispatchedContinuation 继承自 DispatchedTask，而它则是 SchedulerTask 的子类，SchedulerTask 是 Task 的类型别名，而 Task 实现了 Runnable 接口。因此，**DispatchedContinuation 不仅是一个 Continuation，同时还是一个 Runnable。**

那么，既然它是 Runnable，也就意味着它可以被分发到 Java 的线程当中去执行了。所以接下来，我们就来看看 resumeCancellableWith() 当中具体的逻辑：

复制代码

```
// 代码段9

internal class DispatchedContinuation<in T>(
    @JvmField val dispatcher: CoroutineDispatcher,
    @JvmField val continuation: Continuation<T>
) : DispatchedTask<T>(MODE_UNINITIALIZED), CoroutineStackFrame, Continuation<T>

    inline fun resumeCancellableWith(
        result: Result<T>,
        noinline onCancellation: ((cause: Throwable) -> Unit)?
    ) {
        val state = result.toState(onCancellation)
        // 1
        if (dispatcher.isDispatchNeeded(context)) {
            _state = state
            resumeMode = MODE_CANCELLABLE
            // 2
            dispatcher.dispatch(context, this)
        } else {
            // 3
            executeUnconfined(state, MODE_CANCELLABLE) {
                if (!resumeCancelled(state)) {
                    resumeUndispatchedWith(result)
                }
            }
        }
    }

}
```

```
public abstract class CoroutineDispatcher :
    AbstractCoroutineContextElement(ContinuationInterceptor), ContinuationInter
    // 默认是true
    public open fun isDispatchNeeded(context: CoroutineContext): Boolean = true

    public abstract fun dispatch(context: CoroutineContext, block: Runnable)
}

internal object Unconfined : CoroutineDispatcher() {
    // 只有Unconfined会重写成false
    override fun isDispatchNeeded(context: CoroutineContext): Boolean = false
}
```

这段代码里也有三个注释，我们来分析一下：

- 注释 1，dispatcher.isDispatchNeeded()，通过查看 CoroutineDispatcher 的源代码，我们发现它的返回值始终都是 true。在它的子类当中，只有 Dispatchers.Unconfined 会将其重写成 false。这也就意味着，除了 Unconfined 以外，其他的 Dispatcher 都会返回 true。对于我们代码段 3 当中的代码而言，我们的 Dispatcher 是默认的 Default，所以，代码将会进入注释 2 对应的分支。
- 注释 2，dispatcher.dispatch(context, this)，这里其实就相当于将代码的执行流程分发到 Default 线程池。dispatch() 的第二个参数要求是 Runnable，这里我们传入的是 this，这是因为 DispatchedContinuation 本身就间接实现了 Runnable 接口。
- 注释 3，executeUnconfined{}，它其实就对应着 Dispather 是 Unconfined 的情况，这时候，协程的执行不会被分发到别的线程，而是直接在当前线程执行。

接下来，让我们继续沿着注释 2 进行分析，这里的 dispatcher.dispatch() 其实就相当于调用了 Dispatchers.Default.dispatch()。让我们看看它的逻辑：

复制代码

```
public actual object Dispatchers {

    @JvmStatic
    public actual val Default: CoroutineDispatcher = DefaultScheduler
}

internal object DefaultScheduler : SchedulerCoroutineDispatcher(
    CORE_POOL_SIZE, MAX_POOL_SIZE,
    IDLE_WORKER_KEEP_ALIVE_NS, DEFAULT_SCHEDULER_NAME
) {}
```

那么，从上面的代码中，我们可以看到，**Dispatchers.Default 本质上是一个单例对象 DefaultScheduler**，它是 SchedulerCoroutineDispatcher 的子类。

我们也来看看 SchedulerCoroutineDispatcher 的源代码：

```
复制代码
internal open class SchedulerCoroutineDispatcher(
    private val corePoolSize: Int = CORE_POOL_SIZE,
    private val maxPoolSize: Int = MAX_POOL_SIZE,
    private val idleWorkerKeepAliveNs: Long = IDLE_WORKER_KEEP_ALIVE_NS,
    private val schedulerName: String = "CoroutineScheduler",
) : ExecutorCoroutineDispatcher() {

    private var coroutineScheduler = createScheduler()

    override fun dispatch(context: CoroutineContext, block: Runnable): Unit = c
}
```

根据以上代码，我们可以看到 Dispatchers.Default.dispatch() 最终会调用 SchedulerCoroutineDispatcher 的 dispatch() 方法，而它实际上调用的是 coroutineScheduler.dispatch()。

这里，我们同样再来看看 CoroutineScheduler 的源代码：

```
复制代码
internal class CoroutineScheduler(
    @JvmField val corePoolSize: Int,
    @JvmField val maxPoolSize: Int,
    @JvmField val idleWorkerKeepAliveNs: Long = IDLE_WORKER_KEEP_ALIVE_NS,
    @JvmField val schedulerName: String = DEFAULT_SCHEDULER_NAME
) : Executor, Closeable {

    override fun execute(command: Runnable) = dispatch(command)

    fun dispatch(block: Runnable, taskContext: TaskContext = NonBlockingContext
        trackTask()
        // 1
        val task = createTask(block, taskContext)
        // 2
        val currentWorker = currentWorker()
        // 3
        val notAdded = currentWorker.submitToLocalQueue(task, tailDispatch)
```

```
        if (notAdded != null) {
            if (!addToGlobalQueue(notAdded)) {

                throw RejectedExecutionException("$schedulerName was terminated
            }
        }
        val skipUnpark = tailDispatch && currentWorker != null

        if (task.mode == TASK_NON_BLOCKING) {
            if (skipUnpark) return
            signalCpuWork()
        } else {

            signalBlockingWork(skipUnpark = skipUnpark)
        }
    }

    private fun currentWorker(): Worker? = (Thread.currentThread() as? Worker)?

    // 内部类 Worker
    internal inner class Worker private constructor() : Thread() {
    }
}
```

你发现了吗？CoroutineScheduler 其实是 Java 并发包下的 Executor 的子类，它的 execute() 方法也被转发到了 dispatch()。

上面的代码里也有三个注释，我们分别来看看：

- 注释 1，将传入的 Runnable 类型的 block（也就是 DispatchedContinuation），包装成 Task。
- 注释 2，currentWorker()，拿到当前执行的线程。这里的 Worker 其实是一个内部类，它本质上仍然是 Java 的 Thread。
- 注释 3，currentWorker.submitToLocalQueue()，将当前的 Task 添加到 Worker 线程的本地队列，等待执行。

那么接下来，我们就来分析下 Worker 是如何执行 Task 的。

复制代码

```
internal inner class Worker private constructor() : Thread() {

    override fun run() = runWorker()
```

```
    @JvmField
    var mayHaveLocalTasks = false

    private fun runWorker() {
        var rescanned = false
        while (!isTerminated && state != WorkerState.TERMINATED) {
            // 1
            val task = findTask(mayHaveLocalTasks)

            if (task != null) {
                rescanned = false
                minDelayUntilStealableTaskNs = 0L
                // 2
                executeTask(task)
                continue
            } else {
                mayHaveLocalTasks = false
            }

            if (minDelayUntilStealableTaskNs != 0L) {
                if (!rescanned) {
                    rescanned = true
                } else {
                    rescanned = false
                    tryReleaseCpu(WorkerState.PARKING)
                    interrupted()
                    LockSupport.parkNanos(minDelayUntilStealableTaskNs)
                    minDelayUntilStealableTaskNs = 0L
                }
                continue
            }

            tryPark()
        }
        tryReleaseCpu(WorkerState.TERMINATED)
    }
}
```

实际上，Worker 会重写 Thread 的 run() 方法，然后把执行流程交给 runWorker()，以上代码里有两个关键的地方，我也用注释标记了。

- 注释 1，在 while 循环当中，会一直尝试从 Worker 的本地队列取 Task 出来，如果存在需要执行的 Task，就会进入下一步。
- 注释 2，executeTask(task)，其实就是执行对应的 Task。

而接下来的逻辑，就是**最关键的部分**了：

```
internal inner class Worker private constructor() : Thread() {
    private fun executeTask(task: Task) {
        val taskMode = task.mode
        idleReset(taskMode)
        beforeTask(taskMode)
        // 1
        runSafely(task)
        afterTask(taskMode)
    }
}

fun runSafely(task: Task) {
    try {
        // 2
        task.run()
    } catch (e: Throwable) {
        val thread = Thread.currentThread()
        thread.uncaughtExceptionHandler.uncaughtException(thread, e)
    } finally {
        unTrackTask()
    }
}

internal abstract class Task(
    @JvmField var submissionTime: Long,
    @JvmField var taskContext: TaskContext
) : Runnable {
    constructor() : this(0, NonBlockingContext)
    inline val mode: Int get() = taskContext.taskMode // TASK_XXX
}
```

在 Worker 的 executeTask() 方法当中，会调用 runSafely() 方法，而在这个方法当中，最终会调用 task.run()。前面我们就提到过 **Task 本质上就是 Runnable，而 Runnable.run() 其实就代表了我们的协程任务真正执行了！**

那么，task.run() 具体执行的代码是什么呢？其实它是执行的 **DispatchedTask.run()**。这里的 DispatchedTask 实际上是 DispatchedContinuation 的父类。

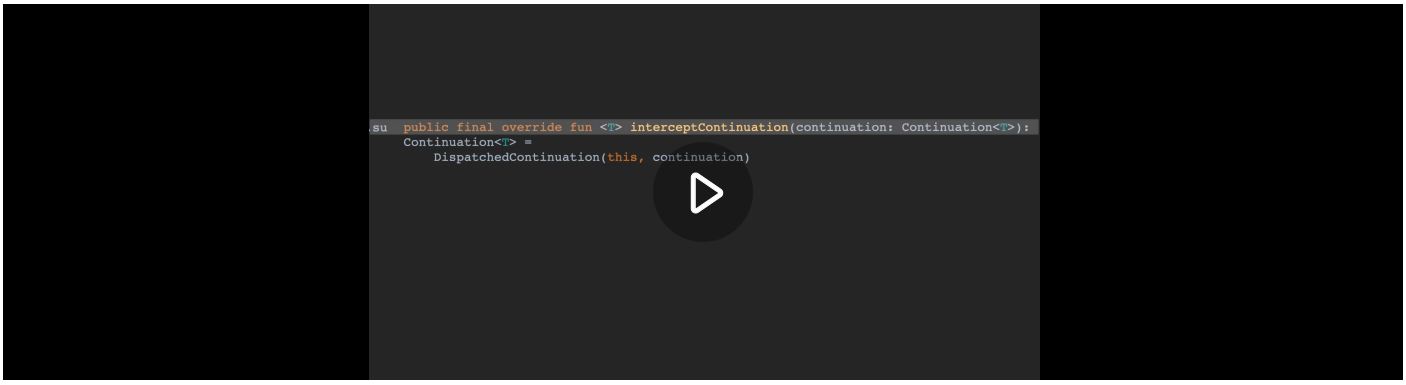
```
internal class DispatchedContinuation<in T>(
    @JvmField val dispatcher: CoroutineDispatcher,
    @JvmField val continuation: Continuation<T>
) : DispatchedTask<T>(MODE_UNINITIALIZED), CoroutineStackFrame, Continuation<T>

    public final override fun run() {
```

```
        val taskContext = this.taskContext
        var fatalException: Throwable? = null
        try {
            val delegate = delegate as DispatchedContinuation<T>
            val continuation = delegate.continuation
            withContinuationContext(continuation, delegate.countOrElement) {
                val context = continuation.context
                val state = takeState()
                val exception = getExceptionalResult(state)

                val job = if (exception == null && resumeMode.isCancellableMode
                if (job != null && !job.isActive) {
                    // 1
                    val cause = job.getCancellationException()
                    cancelCompletedResult(state, cause)
                    continuation.resumeWithStackTrace(cause)
                } else {
                    if (exception != null) {
                        // 2
                        continuation.resumeWithException(exception)
                    } else {
                        // 3
                        continuation.resume(getSuccessfulResult(state))
                    }
                }
            }
        } catch (e: Throwable) {

            fatalException = e
        } finally {
            val result = runCatching { taskContext.afterTask() }
            handleFatalException(fatalException, result.exceptionOrNull())
        }
    }
}
```

上面的代码有三个关键的注释，我们一起来分析：

- 注释 1，在协程代码执行之前，它首先会判断当前协程是否已经取消。如果已经取消的话，就会调用 continuation.resumeWithStackTrace(cause) 将具体的原因传出去。
- 注释 2，判断协程是否发生了异常，如果已经发生了异常，则需要调用 continuation.resumeWithException(exception) 将异常传递出去。
- 注释 3，如果一切正常，则会调用 continuation.resume(getSuccessfulResult(state))，这时候，协程才会正式启动，并且执行 launch 当中传入的 Lambda 表达式。

最后，按照惯例，我还是制作了一个视频，来向你展示整个 Dispather 的代码执行流程。



小结

这节课，我们围绕着 launch，着重分析了它的 Dispatchers 执行流程。Dispatchers 是协程框架中与线程交互的关键，这里面主要涉及以下几个步骤：

- 第一步，createCoroutineUnintercepted(completion) 创建了协程的 Continuation 实例，紧接着就会调用它的 intercepted() 方法，将其封装成 DispatchedContinuation 对象。
- 第二步，DispatchedContinuation 会持有 CoroutineDispatcher、以及前面创建的 Continuation 对象。课程中的 CoroutineDispatcher 实际上就是 Default 线程池。
- 第三步，执行 DispatchedContinuation 的 resumeCancellableWith() 方法，这时候，就会执行 dispatcher.dispatch()，这就会将协程的 Continuation 封装成 Task 添加到 Worker 的本地任务队列，等待执行。这里的 Worker 本质上就是 Java 的 Thread。**在这一步，协程就已经完成了线程的切换**。
- 第四步，Worker 的 run() 方法会调用 runWork()，它会从本地的任务队列当中取出 Task，并且调用 task.run()。而它实际上调用的是 DispatchedContinuation 的 run() 方法，在这里，会调用 continuation.resume()，它将执行原本 launch 当中生成的 SuspendLambda 子类。**这时候，launch 协程体当中的代码，就在线程上执行了**。

思考题

经过这节课的学习以后，请问你是否对协程的本质有了更深入的认识？请讲讲你的心得体会吧！

上一篇 28 | launch的背后到底发生了什么？

下一篇 30 | CoroutineScope是如何管理协程的？

精选留言 (4)

写留言

Allen
2022-03-31

协程本质上是对线程的封装，我们在使用协程的时候，并不需要直接与线程打交道，直接使用 Coroutine 提供的相关 API 以同步的方式就可以间接完成与线程之间的交互。

作者回复: 是的。

7Promise
2022-03-30

kotlin的协程与java线程密不可分，协程最终是运行在线程中的Task。

作者回复: 是的~

Allen
2022-03-30

这里，请你留意代码中我标记出的注释，intercepted() 方法首先会判断它的成员变量 intercepted 是否为空，如果不为空，就会调用 context[ContinuationInterceptor]，获取上下文当中的 Dispatcher 对象。以代码段 3 当中的逻辑为例，这时候的 Dispatcher 肯定是 Default 线程池。

涛哥，这里应该是 intercepted 为空才会调用 context[ContinuationInterceptor] 吧？

作者回复: 是的，笔误了，感谢指出来了。

Paul Shan
2022-03-30

Kotlin在开启协程状态机之前做了大量的工作，从父协程那里继承了状态，重新设定了子协程运行线程，检查了各种异常情况，区分了程序异常和协程cancel的情况，最终在指定的线程里启动了状态机。协程的重点不在线程，而在线程之外的调度，异常处理和状态机。

作者回复: “协程的重点不在线程，而在线程之外的调度，异常处理和状态机。”这句话总结很到位。