Coroutine

Programmazione asincrona in Kotlin

Introduzione

- Le coroutines sono un *concurrency design pattern* che si può usare su Kotlin (e su Android) per semplificare l'esecuzione di **codice asincrono**
- Sono state introdotte stabilmente nella versione 1.3 di Kotlin
- Le coroutine aiutano a gestire task di lunga durata (long-running tasks) che potrebbero altrimenti bloccare il main thread e, su Android, causare una perdita di responsività dell'app

Kotlin le definisce..

- Una coroutine è un'istanza di calcolo sospendibile (*suspendable computation*)
- È concettualmente simile a un thread, nel senso che prevede l'esecuzione di un blocco di codice in maniera simultanea rispetto al resto del programma
- Tuttavia, una coroutine non è legata a nessun particolare thread: la sua esecuzione può essere sospesa in un thread e riprendere in un altro

Funzionalità

- Le coroutine sono la soluzione consigliata per la programmazione asincrona su Android
- Le loro caratteristiche più rilevanti sono:
  - **Leggerezza**: si possono eseguire molte coroutine su un singolo thread grazie al supporto alla *sospensione*: l'esecuzione di una coroutine può essere sospesa e ripresa senza bloccare il thread in cui è in esecuzione. La sospensione consente di risparmiare memoria rispetto al blocco supportando al tempo stesso molte operazioni simultanee.
  - **Meno perdite di memoria**: tramite la concorrenza strutturata, ogni coroutine esegue operazioni all'interno di un determinato ambito (*scope*).
  - **Supporto alla cancellazione**: la cancellazione di una coroutine viene propagata automaticamente attraverso la gerarchia coroutine in esecuzione.
  - **Integrazione con Jetpack Compose**: molte librerie Jetpack includono estensioni che forniscono un supporto completo per le coroutine. Alcune librerie forniscono anche il proprio coroutine scope che è possibile utilizzare per la concorrenza strutturata.

Approfondimento: structured concurrency

- Le coroutine seguono un principio di concorrenza strutturata (*structured concurrency*): una coroutine può essere eseguita solo in uno specifico CoroutineScope che ne delimita la durata
- In un'applicazione reale è comune lanciare varie coroutine. La concorrenza strutturata assicura che siano tracciate e non vadano perse portando a dei memory leak.
- Uno scope esterno non può essere completato finché tutte le sue coroutine figlie non sono state completate.
- La concorrenza strutturata garantisce inoltre che eventuali errori nel codice vengano segnalati correttamente e non vadano mai persi.

Per capire meglio... Un esempio

- Nella nostra app abbiamo una schermata di login
- Vogliamo effettuare il login tramite una richiesta di rete e restituire il risultato al main thread, dove l'app può mostrare il risultato all'utente
- Abbiamo una **`LoginRepository`** con una funzione per effettuare la richiesta di login tramite HTTP
- E un **`LoginViewModel`** che richiama la funzione della repository, lanciando la richiesta di rete

Esempio - LoginRepository

```
class LoginRepository(private val responseParser: LoginResponseParser) {
    companion object {
        private const val loginUrl = "https://example.com/login"
    }

    // Make the network request. This blocks the current thread.
    fun makeLoginRequest(jsonBody: String): Result<LoginResponse> {
        val url = URL(loginUrl)
        (url.openConnection() as? HttpURLConnection)?.run {
            requestMethod = "POST"
            setRequestProperty("Content-Type", "application/json; utf-8")
            setRequestProperty("Accept", "application/json")
            doOutput = true
            outputStream.write(jsonBody.toByteArray())
            return Result.Success(responseParser.parse(inputStream))
        }
        return Result.Error(Exception("Cannot open HttpURLConnection"))
    }
}
```

Esempio - LoginViewModel

```
class LoginViewModel(
    private val repository: LoginRepository
): ViewModel() {
    fun login(username: String, token: String) {
        val jsonBody = """{ username: "$username", token: "$token"}"""
        repository.makeLoginRequest(jsonBody)
    }
}
```

Esempio

- Con il codice precedente, **`LoginViewModel`** blocca il thread dell'interfaccia utente per l'intera durata della richiesta di rete
- Poiché il thread è bloccato, il sistema operativo non è in grado di disegnare l'interfaccia, il che causa il blocco dell'app e potenzialmente porta alla finestra di dialogo «Application Not Responding»
- Per una migliore esperienza utente, bisogna eseguire l'operazione su un thread in background
- La soluzione più semplice per spostare l'esecuzione fuori dal main thread è creare una nuova coroutine ed eseguire la richiesta di rete su un thread I/O
- Ovvero...

Esempio - LoginViewModel v2

```
class LoginViewModel(
    private val repository: LoginRepository
): ViewModel() {
    fun login(username: String, token: String) {
        // Create a new coroutine to move the execution off the UI thread
        viewModelScope.launch(Dispatchers.IO) {
            val jsonBody = """{ username: "$username", token: "$token"}"""
            repository.makeLoginRequest(jsonBody)
        }
    }
}
```

Esempio

- **`viewModelScope`** è un CoroutineScope predefinito incluso nelle estensioni ViewModel KTX (KoTlin eXtension)
- **`launch`** è una funzione che crea una coroutine e invia l'esecuzione del corpo della sua funzione al dispatcher corrispondente
- **`Dispatchers.IO`** indica che questa coroutine deve essere eseguita su un thread riservato alle operazioni di I/O

Ricapitolando

- La funzione login viene eseguita come segue:
  - L'app chiama la funzione di login dal View layer nel main thread
  - **`launch`** crea una nuova coroutine e la richiesta di rete viene effettuata in modo indipendente su un thread riservato alle operazioni di I/O
  - Mentre la coroutine è in esecuzione, la funzione login continua l'esecuzione e ritorna, probabilmente prima che la richiesta di rete sia terminata

Coroutine e scope

- Poiché questa coroutine viene avviata con **`viewModelScope`**, viene eseguita nell'ambito del ViewModel
- Se il ViewModel viene distrutto, ad esempio perché l'utente naviga via dalla schermata di login, il **`viewModelScope`** viene terminato automaticamente, così come tutte le coroutine in esecuzione
- Questo nella maggior parte dei casi è il comportamento corretto, tuttavia è una cosa di cui è bene essere consapevoli

Coroutine e main-safety

- Un problema con l'esempio precedente è che, al momento della chiamata a **`makeLoginRequest`**, bisogna sempre ricordarsi di spostare esplicitamente l'esecuzione fuori dal main thread (in questo caso tramite **`Dispatchers.IO`**)
- La funzione non è quindi *main-safe*, poiché chiamarla dal main thread blocca il rendering dell'interfaccia utente
- Una funzione si definisce *main-safe* quando **non blocca l'esecuzione del main thread** e quindi degli aggiornamenti dell'interfaccia utente

Coroutine e main-safety

- Per risolvere questo problema, possiamo modificare la repository in modo da spostare l'esecuzione su **`Dispatchers.IO`** direttamente dal corpo di **`makeLoginRequest`**

```
// Make the network request, moving the execution to the I/O dispatcher.
suspend fun makeLoginRequest(jsonBody: String): Result<LoginResponse> =
    withContext(Dispatchers.IO) {
        val url = URL(loginUrl)
        (url.openConnection() as? HttpURLConnection)?.run {
            requestMethod = "POST"
            setRequestProperty("Content-Type", "application/json; utf-8")
            setRequestProperty("Accept", "application/json")
            doOutput = true
            outputStream.write(jsonBody.toByteArray())
            return@withContext Result.Success(responseParser.parse(inputStream))
        }
        return@withContext Result.Error(Exception("Cannot open HttpURLConnection"))
    }
```

Coroutine e main-safety

- **`withContext(Dispatchers.IO)`** sposta l'esecuzione della coroutine in un thread di I/O, rendendo la nostra funzione main-safe
- **`makeLoginRequest`** è anche contrassegnata con **`suspend`**. Questa keyword obbliga a richiamare la funziona dall'interno di una coroutine

Controllo granulare

- Questo meccanismo di switching con withContext offre un controllo estremamente granulare dell'esecuzione del codice
- Consente di controllare il pool di thread di qualsiasi riga di codice e si può applicare lettura da un database, esecuzione di una richiesta di rete e ogni sorta di funzionalità anche molto piccola

Dispatcher

- Per specificare dove devono essere eseguite le coroutine, Kotlin fornisce tre dispatcher:
  - **`Dispatchers.Main`**: esegue una coroutine sul main thread. Dovrebbe essere usato solo per interagire con l'interfaccia utente ed eseguire task di breve durata
  - **`Dispatchers.IO`**: ottimizzato per eseguire I/O su disco o rete al di fuori del main thread. Alcuni esempi includono l'utilizzo di Room, la lettura o la scrittura su file e l'esecuzione di qualsiasi operazione di rete
  - **`Dispatchers.Default`**: ottimizzato per eseguire operazioni a uso intensivo della CPU al di fuori del main thread. Esempi di casi d'uso includono l'ordinamento di un elenco o il parsing di dati in JSON

Coroutine e main-safety

- A questo punto, dato che makeLoginRequest sposta l'esecuzione fuori dal main thread, non è necessario fare la stessa cosa nel ViewModel

```
fun login(username: String, token: String) {
    // Create a new coroutine to move the execution off the UI thread
    viewModelScope.launch {
        val jsonBody = """{ username: "$username", token: "$token"}"""
        repository.makeLoginRequest(jsonBody)
    }
}
```

Dispatchers.IO non è più necessario

Una nota

- Da notare che la coroutine è ancora necessaria poiché **`makeLoginRequest`** è una *suspend function* e tutte le funzioni suspend devono essere eseguite in una coroutine
- La funzione di login ora viene eseguita come segue:
  - L'app chiama la funzione **`login()`** dal livello View sul main thread
  - **`launch`** crea una nuova coroutine, la cui esecuzione inizia sul main thread
  - All'interno della coroutine, la chiamata a **`repository.makeLoginRequest()`** sospende la coroutine fino a quando il blocco **`withContext`** in **`makeLoginRequest()`**, eseguito un un thread separato, non termina
  - Una volta terminato il blocco **`withContext`**, la coroutine in **`login()`** riprende l'esecuzione sul main thread con il risultato della richiesta di rete

Più in generale

- L'uso di suspend non dice a Kotlin di eseguire una funzione su un thread in background, ma solo che l'esecuzione di quella funzione potrebbe essere sospesa
- È normale che le funzioni suspend operino sul main thread
- È anche comune lanciare coroutine sul main thread
- Se una funziona necessita di main-safety, allora va utilizzato **`withContext()`**
- Una limitazione di questo sistema è che non sempre è facile sapere se una funzione internamente utilizza già **`withContext()`** ed è quindi main-safe
  - Ad esempio, per le funzioni provenienti da librerie di terze parti è buona pratica verificare questa cosa consultando la relativa documentazione
- Ma allora perché non usare **`withContext()`** in ogni suspend function che esegue operazioni di I/O, per sicurezza?
  - Non è una buona idea. Ogni chiamata a **`withContext()`** crea un punto di sospensione della coroutine e può portare allo switch su un altro thread, anche quando la coroutine è già assegnata al dispatcher corretto

Ultimi ritocchi

- Nel ViewModel, gestiamo eventuali errori ed aggiorniamo lo stato della UI di conseguenza

```
class LoginViewModel(
    private val repository: LoginRepository
): ViewModel() {
    fun login(username: String, token: String) {
        // Create a new coroutine to move the execution off the UI thread
        viewModelScope.launch {
            val jsonBody = """{ username: "$username", token: "$token"}"""
            val res = repository.makeLoginRequest(jsonBody)
            when (res) {
                is Result.Success<LoginResponse> -> // Happy path
                is Result.Error -> // Display error in the UI
            }
        }
    }
}
```

Ultimi ritocchi

- Nel ViewModel, gestiamo eventuali errori ed aggiorniamo lo stato della UI di conseguenza

```
class LoginViewModel(
    private val repository: LoginRepository
): ViewModel() {
    fun login(username: String
        // Create a new corout                    UI thread
        viewModelScope.launch
            val jsonBody = """                    $token"}"""
            val res = repository.makeLoginRequest(jsonBody)
            when (res) {
                is Result.Success<LoginResponse> -> // Happy path
                is Result.Error -> // Display error in the UI
            }
        }
    }
}
```

FINE DELL'ESEMPIO

Avvio di una coroutine

- Una coroutine può essere avviata in due modi:
  - Tramite **`launch`**: per task fire-and-forget, che **non restituiscono alcun valore**. **`launch`** restituisce un **`Job`** che può essere utilizzato per tracciare l'esecuzione della coroutine (attenderne la terminazione, cancellarla, ecc.)
  - Tramite **`async`**: per task che **restituiscono un risultato**. **`async`** restituisce un **`Deferred<T>`**, e possiamo utilizzare **`.await()`** per attendere la terminazione della coroutine e recuperarne il valore di ritorno

Gestione delle eccezioni

- **`launch`** e **`async`** gestiscono le eccezioni in modo diverso
  - Con **`launch`**, eventuali eccezioni vengono propagate immediatamente
  - Poiché **`async`** prevede un'eventuale chiamata ad **`await`**, eventuali eccezioni vengono lanciate solo al momento di tale chiamata. Ciò significa che utilizzando **`async`** in modo errato è possibile ignorare silenziosamente un'eccezione. È indispensabile chiamare sempre await (o funzioni similari che ne attendono il completamento, vedi prossima slide)

Esempio - launch

- Definiamo un **`coroutineScope`** che effettua l'upload di due documenti in modo asincrono. Dato che non ci interessa il valore di ritorno delle funzioni, utilizziamo **`launch`**. Chiamando **`join()`** su ogni **`Job`**, blocchiamo l'esecuzione della funzione in attesa che le operazioni siano terminate

```
suspend fun uploadDocs() = coroutineScope {
    val job1 = launch { uploadDoc(1) }
    val job2 = launch { uploadDoc(2) }
    job1.join()
    job2.join()
}
```

Esempio - launch

- In alternativa, possiamo creare una lista di **`Job`** e attendere il completamento di tutti gli elementi con **`joinAll()`**

```
suspend fun uploadDocs() = coroutineScope {
    val jobs = listOf(
        launch { uploadDoc(1) },
        launch { uploadDoc(2) }
    )
    jobs.joinAll()
}
```

Esempio - async

- Definiamo un **`coroutineScope`** che recupera due documenti in modo asincrono. Vogliamo accedere ai documenti restituiti dalle funzioni, quindi utilizziamo **`async`**. Chiamando **`await()`** su ogni **`Deferred`**, garantiamo che entrambe le operazioni asincrone terminino e recuperiamo il documento da ciascuna

```
suspend fun fetchDocs() = coroutineScope {
    val deferred1 = async { fetchDoc(1) }
    val deferred2 = async { fetchDoc(2) }
    val doc1 = deferred1.await()
    val doc2 = deferred2.await()
}
```

Esempio - async

- In alternativa, possiamo creare una lista di **`Deferred`** e attendere il completamento di tutti gli elementi con **`awaitAll()`**

```
suspend fun fetchDocs() = coroutineScope {
    val deferreds = listOf(
        async { fetchDoc(1) },
        async { fetchDoc(2) }
    )
    val docs = deferreds.awaitAll()
}
```

- Da notare che, nei quattro esempi precedenti, **`uploadDoc(1)`**, **`uploadDoc(2)`**, **`fetchDoc(1)`** e **`fetchDoc(2)`** vengono **eseguite in maniera concorrente**. I due documenti vengono quindi caricati (o scaricati) contemporaneamente.

CoroutineScope

- Un **`CoroutineScope`** tiene traccia di qualsiasi coroutine creata al suo interno utilizzando **`launch`** o **`async`** e ne controlla l'avvio e la cancellazione
  - Non stabilisce, tuttavia, in quale thread vengono eseguite le coroutine. Questo compito è lasciato al dispatcher
- In qualsiasi momento, tutte le coroutine in esecuzione possono essere annullate chiamando **`scope.cancel()`**
- In Android, alcune librerie KTX forniscono il proprio **`CoroutineScope`** per determinate classi del ciclo di vita
  - Ad esempio, ViewModel ha un **`viewModelScope`**, Lifecycle ha **`lifecycleScope`** e i composable hanno **`rememberCoroutineScope`**

Esempio - CoroutineScope e ViewModel

```
class LoginViewModel(
    private val repository: LoginRepository
): ViewModel() {
    fun login(username: String, token: String) {
        // Launch a coroutine in the ViewModel's scope
        viewModelScope.launch {
            val jsonBody = """{ username: "$username", token: "$token"}"""
            val res = repository.makeLoginRequest(jsonBody)
            when (res) {
                is Result.Success<LoginResponse> -> // Happy path
                is Result.Error -> // Display error in the UI
            }
        }
    }
}
```

Esempio - CoroutineScope e Composable

```
@Composable
fun MyScreen(snackbarHostState: SnackbarHostState) {
    // Creates a CoroutineScope bound to MyScreen's lifecycle
    val scope = rememberCoroutineScope()

    Scaffold(
        snackbarHost = { SnackbarHost(hostState = snackbarHostState) }
    ) { innerPadding ->
        Column(Modifier.padding(innerPadding)) {
            Button(onClick = {
                // Launch a coroutine in the created scope
                scope.launch {
                    snackbarHostState.showSnackbar("Something happened!")
                }
            }) { Text("Press me") }
        }
    }
}
```

CoroutineContext

- Un **`CoroutineContext`** è un set di elementi che definisce il comportamento di una coroutine. Include:
  - **`Job`**: traccia il ciclo di vita della coroutine
  - **`CoroutineDispatcher`**: determina in quale thread viene eseguita la coroutine
  - **`CoroutineName`**: utile in fase di debugging
  - **`CoroutineExceptionHandler`**: gestisce le eccezioni non rilevate
- Alla creazione di una coroutine in un certo scope, una nuova istanza di **`Job`** viene assegnata alla coroutine. Gli altri elementi del context vengono ereditati dallo scope, o possono essere specificati manualmente

```
val scope = CoroutineScope(Dispatchers.Main + Job())
scope.launch { println("Running on Main Thread") }
scope.launch(Dispatchers.Default + CoroutineName("BackgroundCoroutine")) {
    println("Running in the background")
}
```

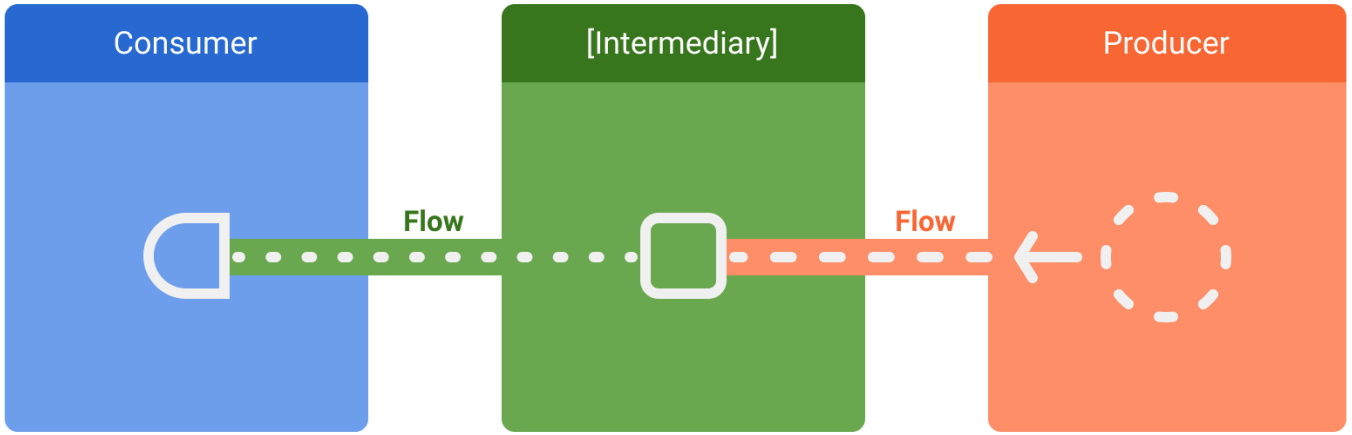
Flow, StateFlow e Compose State

Coroutine che emettono valori multipli

- E se volessimo eseguire una coroutine che propaga verso l'esterno più valori nel corso della sua esecuzione?
- Potremmo farlo con un **`Flow`**
- Un **`Flow`** è un tipo di dato che rappresenta uno stream di valori, emessi sequenzialmente nel tempo, ciascuno dei quali proviene dall'esecuzione di una suspend function che non blocca quindi il thread chiamante
  - A differenza delle suspend function, può emettere più di un valore
  - È una sorta di versione asincrona e con supporto multi-thread delle **Sequence** di Java

Flow

- Un **`Flow`** coinvolge tre tipologie di entità:
  - Un **producer**, che genera i dati che vengono emessi dal flusso
  - (Facoltativo) Uno o più **intermediari**, che modificano ciascun valore emesso nel flusso o il flusso stesso
  - Un **consumer** che riceve i valori emessi dal flusso e manipolati dai consumer e agisce di conseguenza



Esempio - Flow

- Utilizziamo un **`Flow`** per creare una data source che recupera automaticamente le notizie più recenti a intervalli prefissati
  - Poiché **`fetchLatestNews`** non può restituire più valori consecutivi, utilizziamo un **`Flow`** per soddisfare questo requisito. In questo caso, **`NewsRemoteDataSource`** è il nostro producer

```
class NewsRemoteDataSource(
    private val newsApi: NewsApi,
    private val refreshIntervalMs: Long = 5000
) {
    val latestNews: Flow<List<Article>> = flow {
        while(true) {
            val latestNews = newsApi.fetchLatestNews() // Call the suspend function
            emit(latestNews) // Emit the result of the request to the flow
            delay(refreshIntervalMs) // Suspend the coroutine for some time
        }
    }
}
```

```
interface NewsApi {
    suspend fun fetchLatestNews(): List<Article>
}
```

Collecting da un Flow (consumer)

- Per ottenere i valori nel **`Flow`** man mano che vengono emessi ed agire di conseguenza, possiamo usare la suspend function **`collect`**, che prende un lambda come parametro e la esegue su ogni nuovo valore emesso dal **`Flow`**
- Nel seguente esempio, un ViewModel consuma i dati dal livello del repository

```
class LatestNewsViewModel(private val repository: NewsRepository) : ViewModel() {
    // Run some code when the ViewModel is instantiated
    init {
        viewModelScope.launch {
            // Trigger the flow and consume its elements using collect
            repository.favoriteLatestNews.collect { news ->
                // Update View with the latest favorite news
            }
        }
    }
}
```

StateFlow

- Ma come facciamo, in questo caso, a memorizzare lo stato dell'interfaccia nel ViewModel?
- Possiamo utilizzare uno **`StateFlow`**
- Come **`Flow`**, **`StateFlow`** rappresenta un flusso di dati, ma con alcune importanti differenze che lo rendono molto indicato all'uso in un ViewModel:
  - Ha un valore iniziale
  - Tiene traccia dell'ultimo valore emesso
  - Può essere condiviso da più consumer ed emettere valori anche quando non ha nessun consumer
  - Smette di emettere valori solo quando viene raccolto dal garbage collector, ossia quando non ci sono più riferimenti ad esso
  - Ogni consumer che sottoscrive al flusso riceve l'ultimo valore e tutti i successivi

Da Flow a StateFlow v1

- Arricchiamo l'ultimo esempio utilizzando **StateFlow**

```
data class LatestNewsState(val news: List<Article>)

class LatestNewsViewModel(private val repository: NewsRepository) : ViewModel() {
    // Backing property to avoid state updates from other classes
    private val _state = MutableStateFlow(LatestNewsState(emptyList()))
    // Read-only flow, collectable from the UI
    val state = _state.asStateFlow()

    init {
        viewModelScope.launch {
            repository.favoriteLatestNews.collect { favoriteNews ->
                // Update the flow with the latest favorite news
                _state.value = LatestNewsState(favoriteNews)
            }
        }
    }
}
```

Da Flow a StateFlow v2

- In alternativa, tramite **`stateIn`**, possiamo convertire direttamente il **`Flow`** in **`StateFlow`**

```
class LatestNewsViewModel(private val repository: NewsRepository) : ViewModel() {
    val state = repository.favoriteLatestNews.stateIn(
        scope = viewModelScope,
        started = SharingStarted.WhileSubscribed(),
        initialValue = LatestNewsState(emptyList())
    )
}
```

State e lifecycle-aware collect

- Ma che fine hanno fatto **`State`** e **`MutableState`**? Possiamo farne a meno?
- No! **`State`** resta l'unico metodo di tracciare i cambiamenti di stato all'interno di Jetpack Compose
- Salvo casi particolari, è necessario convertire ogni **`Flow`** e **`StateFlow`** in **`State`** prima di utilizzarlo in un composable
- La conversione è semplice, basta utilizzare la funzione **`collectAsStateWithLifecycle()`**

Da StateFlow a State

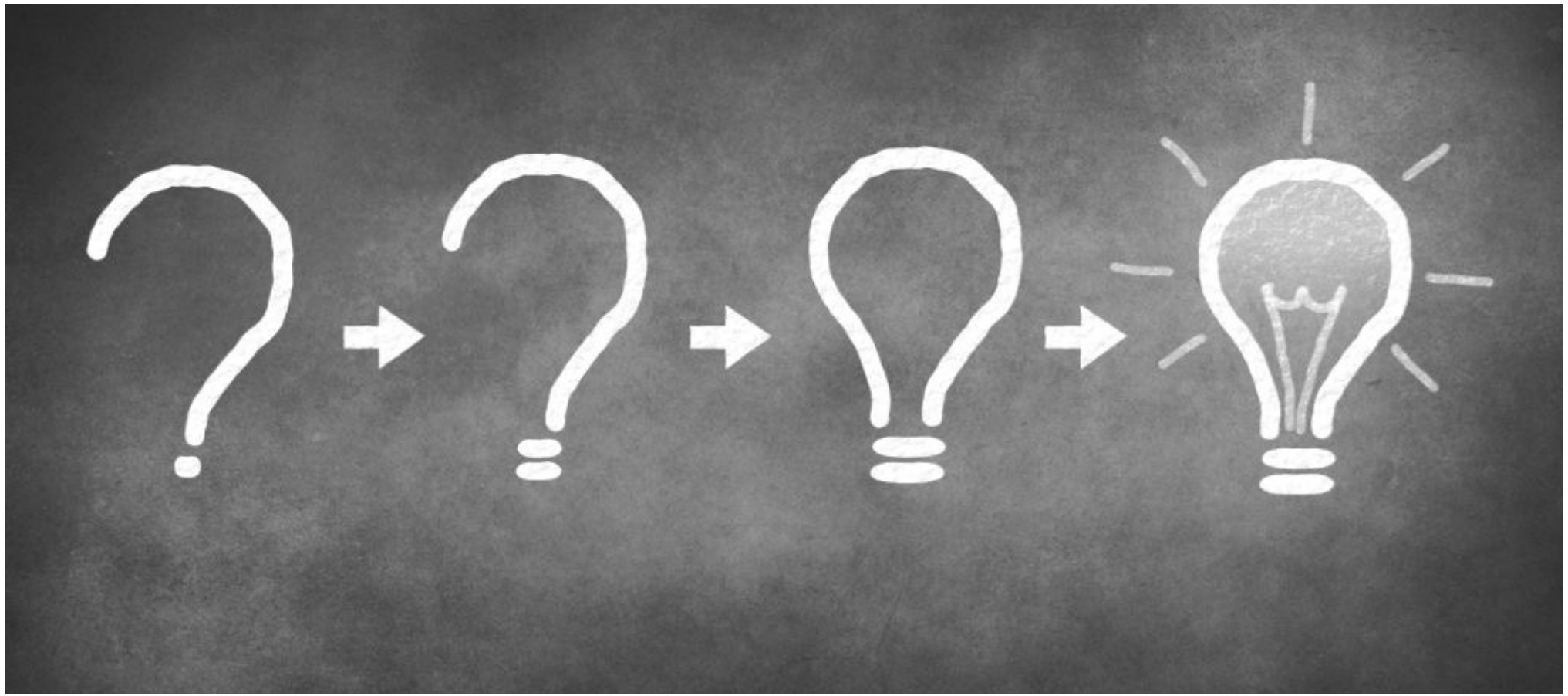
- Creiamo un composable che utilizza **`LatestNewsViewModel`**

```
@Composable
fun NewsApp() {
    val viewModel = viewModel<LatestNewsViewModel>()
    val state by viewModel.state.collectAsStateWithLifecycle()
    LazyColumn {
        items(state.news) { article ->
            ArticleCard(article)
        }
    }
}
```

Recap: Flow vs. StateFlow vs. Compose State

Caratteristica	Flow	StateFlow	State
Package	kotlinx.coroutines.flow	kotlinx.coroutines.flow	androidx.compose.runtime
Thread-safe	✅	✅	❌
Cache	❌ Non tiene traccia dei valori emessi	✅ Traccia l'ultimo valore	✅ Memorizza un valore
Valore iniziale	❌ Nessun valore iniziale	✅ Richiede un valore iniziale	✅ Richiede un valore iniziale
Reattività	🧊 **Cold**: emette valori solo quando ha dei consumer	🔥 **Hot**: sempre attivo	🔥 **Hot**: sempre attivo
Consumer multipli	✅ Emissioni indipendenti per ogni consumer	✅ Tutti i consumer accedono allo stesso valore	❌ Non supportati
Compose lifecycle awareness	❌	❌	✅ Recomposition al cambio di stato
Operatori per la manipolazione	✅ emit, map, filter, ...	✅ value, update, map, filter, ...	❌ Solo getter e setter
Per cosa usarlo	Dati asincroni (API, database, ...)	Stato condiviso tra più consumer	Stato di un composable
Dove usarlo	Repository / data source	ViewModel	Composable function

Domande?



Riferimenti e Approfondimenti

- https://developer.android.com/kotlin/coroutines
- https://medium.com/androiddevelopers/coroutines-first-things-first-e6187bf3bb21
- https://medium.com/androiddevelopers/cancellation-in-coroutines-aa6b90163629
- https://medium.com/androiddevelopers/easy-coroutines-in-android-viewmodelscope-25bffb605471
- https://kotlinlang.org/docs/coroutines-guide.html
- https://developer.android.com/kotlin/flow