マルチスレッド
ハンズオン

第２回　タスクの実行とキャンセル

アジェンダ

- 前回のおさらい
- 並行コレクション
- タスクの実行
- タスクのキャンセル

前回のおさらい

宿題の解答

- StringBuilderがスレッドセーフでないことを示すソース

宿題の解答

- SimpleDateFormatがスレッドセーフでない理由

宿題の解答

- java.text.DateFormat.javaの先頭の方

- 26 /*
  27 * (C) Copyright Taligent, Inc. 1996 - All Rights Reserved
  28 * (C) Copyright IBM Corp. 1996 - All Rights Reserved
  29 *
  30 *   The original version of this source code and documentation is copyrighted
  31 * and owned by Taligent, Inc., a wholly-owned subsidiary of IBM. These
  32 * materials are provided under terms of a License Agreement between
  Taligent
  33 * and Sun. This technology is protected by multiple US and International
  34 * patents. This notice and attribution to Taligent may not be removed.
  35 *   Taligent is a registered trademark of Taligent, Inc.
  36 *
  37 */

宿題の解答

ページ　ノート　　閲覧　編集　履歴表示　検索

Taligent

Taligent(タリジェント)は、1992年にアップルコンピュータとIBMが共同で設立した会社、およびその会社の開発していたオブジェクト指向の次世代オペレーティングシステム (OS) の名称である[1][2][3]。これは1991年のIBMとアップルの包括的提携の実現化の1つ[4]で、1994年にはヒューレット・パッカードも資本参加した[5]。

目次 [非表示]

1 概要
2 参照
3 関連項目
4 外部リンク

synchronized(this)の.NETでの問題

- stackoverflowで見つけた
  http://stackoverflow.com/questions/251391/why-is-lockthis-bad

- MSDNにも記載されている
  http://msdn.microsoft.com/en-us/library/c5kehkcz%28v=vs.110%29.aspx

- thisをロックする他の処理があるかも知れないので、thisをlock文で使うのはよくない

- Javaでも同様の問題が起こりうる

synchronized(this)の.NETでの問題
ダメな例

- SynchronizedThis.java

```
final SharedObject sharedObject = new SharedObject();

new Thread(new Runnable() {
    public void run() {
        // 外部からインスタンスのロックを取得
        synchronized(sharedObject) {

. . .


static class SharedObject {
    public void method1() {
        synchronized(this) {
            System.out.println("method1 called.");
        }
    }
}
```

sharedObjectに対するロックがクラス内部、クラス外部の両方から取得できてしまう。

synchronized(this)の.NETでの問題
良い例

- PrivateLockObject.java

```
        final SharedObject sharedObject = new SharedObject();

        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                // 外部からインスタンスのロックを取得
                synchronized(sharedObject) {

. . .


    static class SharedObject {
        private Object lockObject = new Object();
        public void method1() {
            synchronized(lockObject) {
                System.out.println("method1 called.");
            }
        }
    }
```

プライベートメンバlockObjectを用意することで、外部からインスタンスのロックに関わらずmethod1の同期化が可能。

クラスメソッドの同期の話

- SynchronizedStaticMethod.java

```
public synchronized static void method1() {
    try {
        System.out.println("method1 called.");
        Thread.sleep(3000);
    } catch(InterruptedException e) {
        // 何もしない
    }
}

public synchronized static void method2() {
    try {
        System.out.println("method2 called.");
        Thread.sleep(3000);
    } catch(InterruptedException e) {
        // 何もしない
    }
}
```

method1とmethod2はクラスに対するロックを取得するので、method1とmethod2を複数スレッドから同時にコールしても、メソッドの実行が完了してから、もう一方のメソッドが実行される。

並行コレクション

MapのiterateでConcurrentModificationExceptionが発生する問題（１）

- NonThreadSafeMap1.java

```
        final Map<Integer, Integer> map = Collections.synchronizedMap(new
HashMap<Integer, Integer>());

        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_DATA; i++) {
                    map.put(i, i);
                }
            }
        }).start();
        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_LOOP; i++) {
                    Iterator<Integer> ite = map.keySet().iterator();
                    while(ite.hasNext()) {
                        ite.next();
                    }
                }
            }
        }).start();
```

java.util.ConcurrentModificationExceptionが発生してしまう。なぜか。

MapのiterateでConcurrentModificationExceptionが発生する問題（２）

- NonThreadSafeMap2.java

```
        final Map<Integer, Integer> map = Collections.synchronizedMap(new HashMap<Integer,
Integer>());

        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_DATA; i++) {
                    map.put(i, i);
                }
            }
        }).start();
        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_LOOP; i++) {
                    synchronized(map) {
                        Iterator<Integer> ite = map.keySet().iterator();
                        while(ite.hasNext()) {
                            ite.next();
                        }
                    }
                }
            }
        }).start();
```

iterateしている間、mapをロックしてしまえば、問題は回避できるが、サイズの大きいMapを処理する場合、処理効率が悪い。（ループしている間、mapへの操作ができなくなる。）

MapのiterateでConcurrentModificationExceptionが発生する問題（３）

- ThreadSafeMap.java

```
        final Map<Integer, Integer> map = new ConcurrentHashMap<Integer,
Integer>();

        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_DATA; i++) {
                    map.put(i, i);
                }
            }
        }).start();
        new Thread(new Runnable() {
            public void run() {
                for(int i=0; i<NUM_LOOP; i++) {
                    Iterator<Integer> ite = map.keySet().iterator();
                    while(ite.hasNext()) {
                        ite.next();
                    }
                }
            }
        }).start();
```

ConcurrentHashMapを使うことで、ConcurrentModificationExceptionが発生してしまう問題と、処理効率の問題を同時に解決できる。

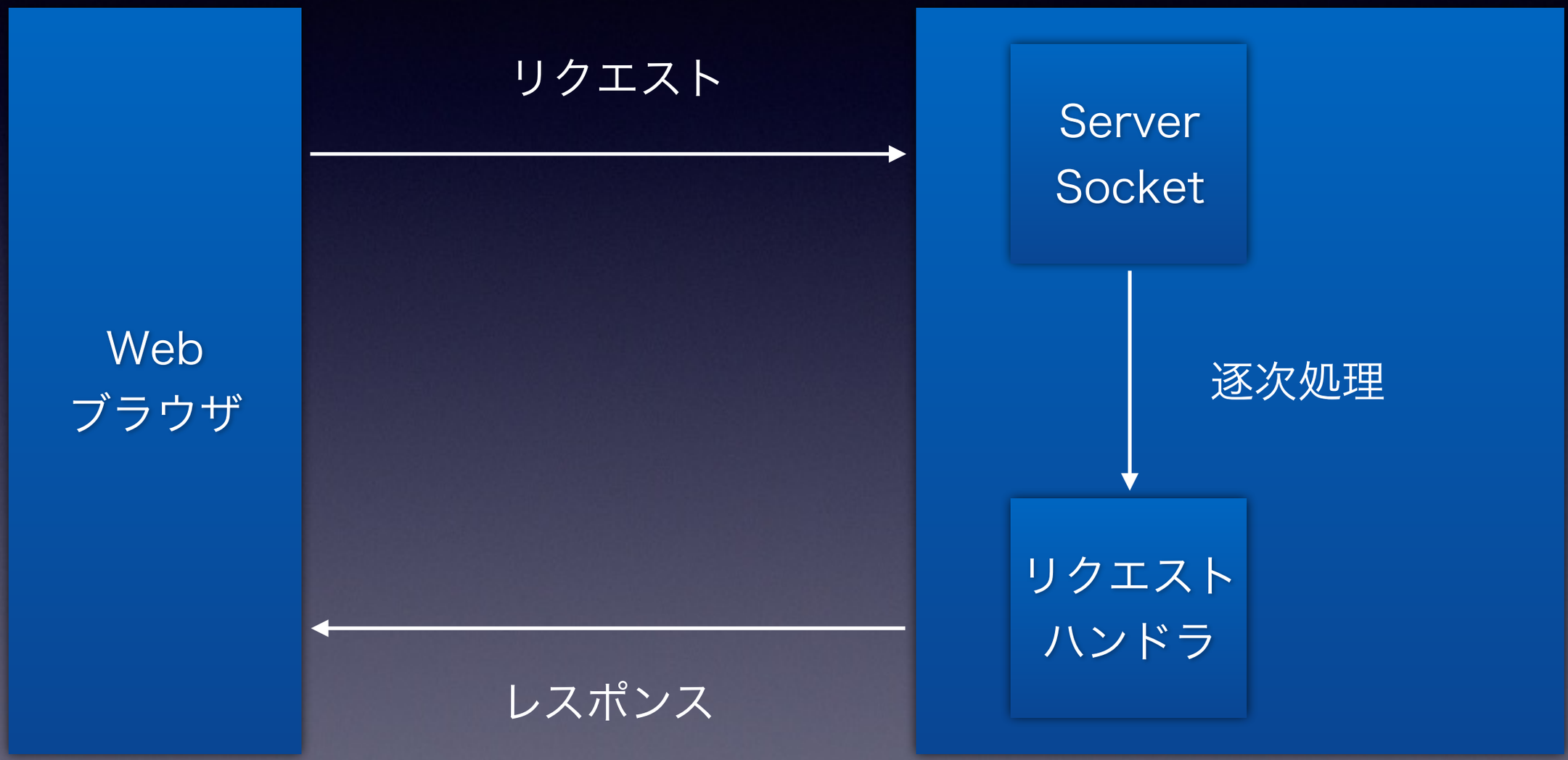
＊MapのiterateでConcurrentModificationExceptionが発生する問題（４）

- ConcurrentHashMapは、なぜConcurrentModificationExceptionを発生させずに処理出来るのか。
- ConcurrentHashMap以外に使える並行コレクション
- CopyOnWriteOneArrayとか

タスクの実行

逐次処理webサーバの例（１）

- SequentialWebServer.java



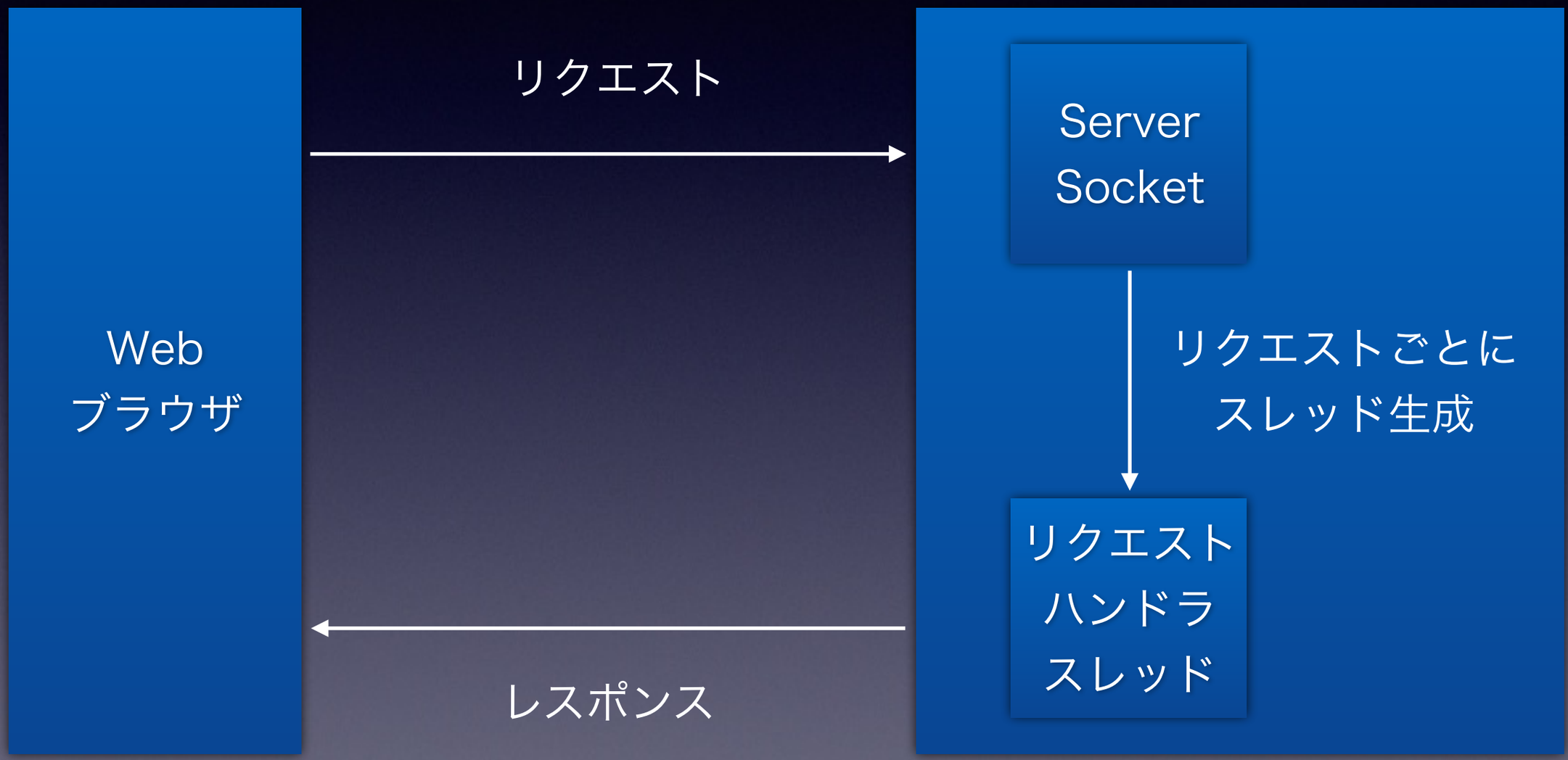
一つずつリクエストを処理する。前のリクエストが終わらないと、次のリクエストを処理できない。サーバ側が時間がかかることで、接続エラーになったり、クライアント側でタイムアウトしたりする。

逐次処理webサーバの例（2）

- 逐次処理webサーバの動作をみてみよう
  - SequentialWebServer.javaを実行する
  - 「クライアントからの接続を待ち受けます。」が表示されたら、ブラウザから以下のURLを開く
    http://localhost:8888/
    3秒ほど待つと、ブラウザに日時が表示される。
  - WebClient.java（100スレッドでアクセスするwebクライアント）を実行する
    →接続エラーになったり、クライアント側でタイムアウトが発生したりするはず。
  - SequentialWebServerを停止する

無制限スレッド生成webサーバの例（１）

- UnlimitedThreadWebServer.java



リクエストを受け付けるたびに、リクエストハンドラスレッドを生成する。
前のリクエストの処理が終わっていなくても、次のリクエストを受け付けることが可能。サーバ側のリソースを無制限に使用する。

無制限スレッド生成webサーバの例（2）

- 無制限スレッド生成webサーバの動作をみてみよう
  - UnlimitedThreadWebServer.javaを実行する
  - 「クライアントからの接続を待ち受けます。」が表示されたら、ブラウザから以下のURLを開く
    http://localhost:8888/
    3秒ほど待つと、ブラウザに日時が表示される。
  - WebClient.java（100スレッドでアクセスするwebクライアント）を実行する
    →クライアント側にコネクションエラーが出たり、サーバ側でOutOfMemoryError発生したりするはず。
- UnlimitedThreadWebServerを停止する

無制限スレッド生成webサーバの例（３）

・スレッドを無制限に生成することによる弊害

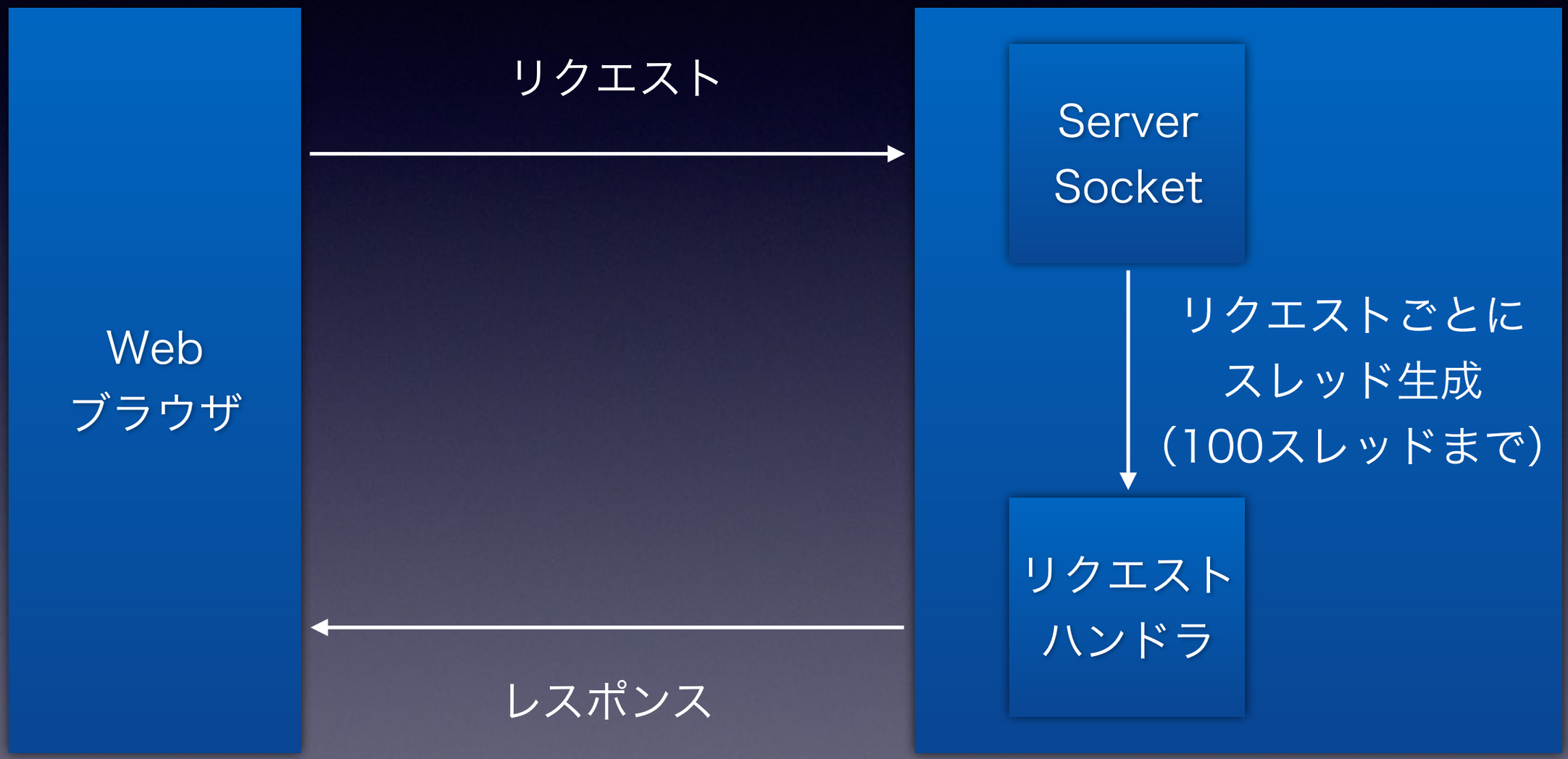
　・資源の消費

　・安定性

・スレッドのライフサイクルのオーバーヘッド
　→スレッドの生成／破棄にかかるコスト

Executorを使ったwebサーバの例（１）

- FixedThreadPoolWebServer.java



リクエストを受け付けるたびに、リクエストハンドラスレッドを生成する。
前のリクエストの処理が終わっていなくても、次のリクエストを受け付けることが可能。スレッド数は最大100まで生成される。

Executorを使ったwebサーバの例（２）

- Executorを使ったwebサーバの動作をみてみよう
  - FixedThreadPoolWebServer.javaを実行する
  - 「クライアントからの接続を待ち受けます。」が表示されたら、ブラウザから以下のURLを開く
    http://localhost:8888/
    3秒ほど待つと、ブラウザに日時が表示される。
  - WebClient.java（100スレッドでアクセスするwebクライアント）を実行する
    →正常終了するはず。（サーバから取得した日時が100行出力されればOK）
- FixedThreadPoolWebServerを停止する

4種類のスレッドプール

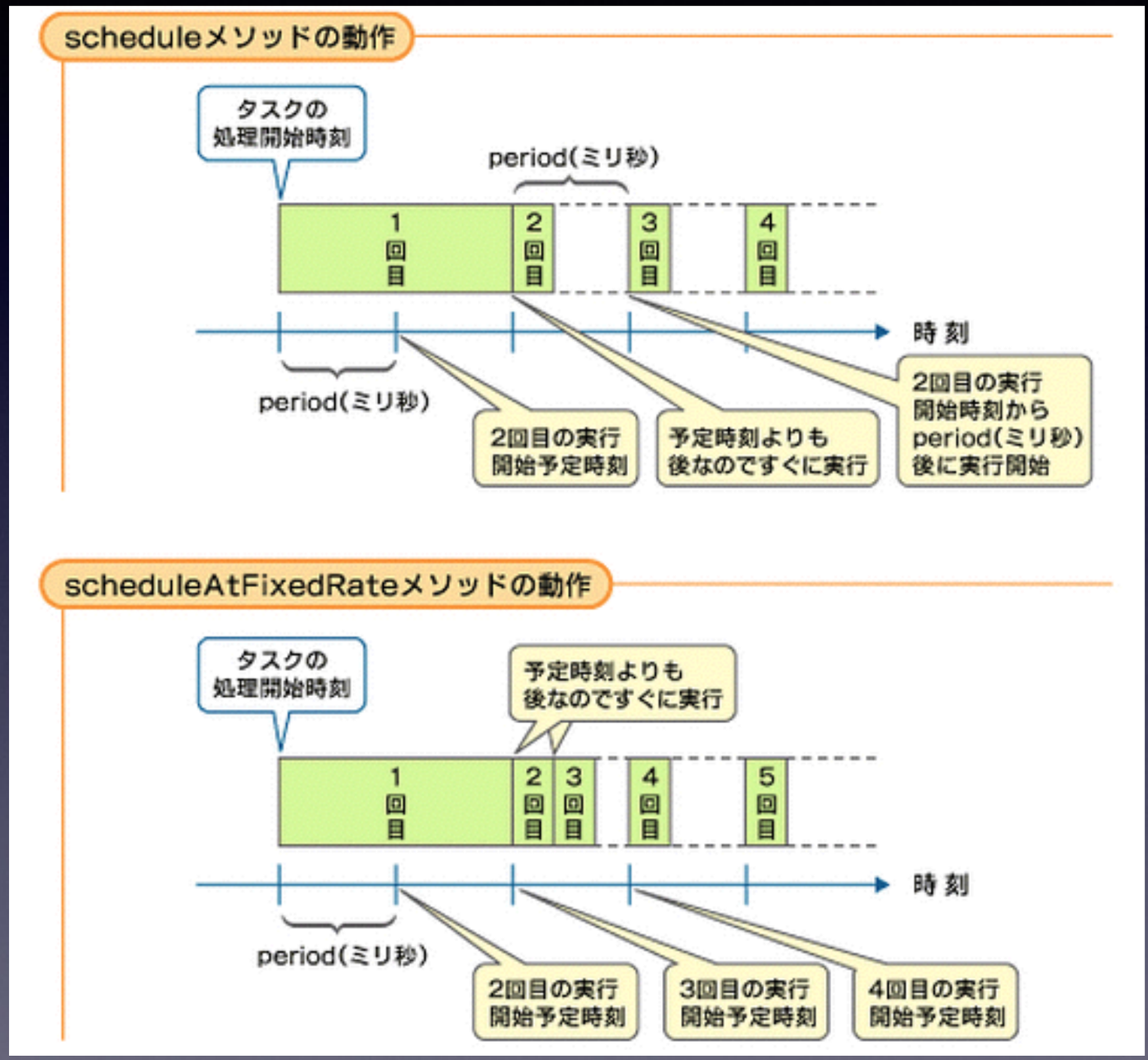
- newFixedThreadPool
  - 固定数のスレッドを再利用するスレッドプールを作成します。
    →リソースの消費量を一定量に抑える。
- newCachedThreadPool
  - 必要に応じ、新規スレッドを作成するスレッドプールを作成しますが、利用可能な場合には以前に構築されたスレッドを再利用します。（スレッド数は無制限）
    →短期間のタスクをたくさん起動するアプリケーションに向く。
- newSingleThreadExecutor
  - 単一のワーカースレッドを使用する executor を作成します。
- newScheduledThreadPool
  - 指定された遅延時間後、または周期的にコマンドの実行をスケジュールできる、スレッドプールを作成します。

TimerとScheduledThreadPoolExecutor（１）

- TimerとScheduledThreadPoolExecutorの動作をみてみよう
  - TimerSample1.javaを実行する
  - TimerSample2.javaを実行する
  - ScheduledThreadPoolSample.javaを実行する
  - タスクの中身は、MyTimerTask.javaに記述されています。
- どういう違いがあったでしょうか？

TimerとScheduledThreadPoolExecutor（2）

- Timer#scheduleとTimer#scheduleAtFixedRateの違い
  - 下記、@ITの記事参照。
    http://www.atmarkit.co.jp/fjava/javatips/078java008.html



TimerとScheduledThreadPoolExecutor（３）

- TimerとScheduledThreadPoolExecutorの違い

  - Timerは単一スレッドで実行されるのに対し、ScheduledThreadPoolExecutorは内部でスレッドプールを利用する。

  - タスクが例外を発生させても、実行元に伝搬されない

  - ※動作自体は同じ（遅延タスクがあっても、次のタスクが追い越すことはない；APIドキュメントに記載あり）

結果を返すタスクCallableとFuture（１）

- java.lang.Runnableインタフェース
  public void run()
  - 結果を返せないし、例外も投げられない。
- java.util.concurrent.Callableインタフェース
  public V call()
  - 結果を返せるし、例外も投げられる。

結果を返すタスクCallableとFuture（２）

- CallableWebClient.java

```
// タスク
Callable<String> task = new Callable<String>() {
    public String call() throws IOException {
        try {
            return CallableWebClient.sendRequest();
        } catch(IOException e) {
            throw e;
        }
    }
};
// リクエスト
ExecutorService executor = Executors.newCachedThreadPool();
List<Future<String>> futures = new ArrayList<Future<String>>();
for(int i=0; i<NUM_THREADS; i++) {
    Future<String> future = executor.submit(task);
    futures.add(future);
}
// 結果受け取り
for(int i=0; i<NUM_THREADS; i++) {
    Future<String> future = futures.get(i);
    try {
        System.out.println(future.get());
    } catch(Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

タスクのキャンセル

タスクのキャンセルが必要な理由

- ユーザがキャンセルをリクエストした
- 時間制限のある活動
- アプリケーションイベント
- エラー
- シャットダウン

ユーザがキャンセルをリクエストした

- GUIの例を見てみよう
  - CancellableGUIを実行する
  - clickボタンをクリックする
    →3秒ほど待つと、ラベルが「clicked.」に変化する
  - 次に、clickボタンをクリックし、3秒待たずにとなりのcancelボタンをクリックする
    →cancelボタンをクリックしたタイミングで、ラベルが「cancelled.」に変化する

時間制限のある活動（1）

- 5秒間FizzBuzzする例を見てみよう
  - TimerLimitTaskを実行する
    →ひたすらFizzBuzzを表示し続け、5秒ほどすると停止する

時間制限のある活動（2）

- TimeLimitTask.java

```
Runnable r = new Runnable() {
    public void run() {
        long i=1;
        while(true) {
            printFizzBuzz(i);
            i++;
            try {
                Thread.sleep(0);
            } catch(InterruptedException e) {
                // インタラプトされたらループ終了
                break;
            }
        }
    }
```

あえてThread.sleep(0)を入れることで、外部から割り込む余地を与えている。
Thread.sleep(0)がないと、キャンセルできない。

時間制限のある活動（3）

- TimeLimitTask.java

```
// スレッド開始
ExecutorService executor = Executors.newCachedThreadPool();
Future<?> task = executor.submit(r);

try {
    task.get(TIMEOUT, TimeUnit.SECONDS);
} catch(TimeoutException e) {
    // タスクはfinallyブロックでキャンセルされる
} catch(InterruptedException e) {
    // タスクはfinallyブロックでキャンセルされる
} catch(ExecutionException e) {
    // タスク中で投げられた例外：再投する
    throw new RuntimeException(e);
} finally {
    // タスクがすでに完了していたら無害
    task.cancel(true);// 実行中ならインタラプトする
}

executor.shutdown();
```

タイムアウト、正常終了に関わらず、cancelメソッドを呼び出す。
タスクが取り消せなかった場合（既に正常終了していた場合）はfalseを返す。
タスクが取り消せた場合はtrueを返す。（戻り値を無視しているため、いずれにしても正常扱い）

シャットダウン可能なwebサーバ（１）

- /stopをリクエストすると停止するwebサーバのサンプルを見てみよう
  →実用上はありえません

  - CancellableWebServer.javaを実行する

    - 「クライアントからの接続を待ち受けます。」が表示されたら、ブラウザから以下のURLを開く
      http://localhost:8888/
      3秒ほど待つと、ブラウザに日時が表示される。

    - ブラウザから以下のURLを開く
      http://localhost:8888/stop
      ブラウザに日時が表示され、webサーバも停止する。

シャットダウン可能なwebサーバ（2）

- CancellableWebServer.java

```
while(true) {
    System.out.println("クライアントからの接続を待ち受けます。");
    final Socket client = ss.accept();
    System.out.println("クライアントから接続されました。");
    Callable<Boolean> task = new Callable<Boolean>() {
        public Boolean call() throws IOException {
            return Boolean.valueOf(handleRequest(client));
        }
    };
    Future<Boolean> future = executor.submit(task);
    if(!future.get()) {
        // webサーバ終了
        break;
    }
```

Handlerから停止かどうかの判定結果を返すようにして、停止と判断されたら、無限ループ終了（クライアントからの待ち受け終了）。

shutdownとshutdownNowの違い（１）

- ＊/stopをリクエストすると停止するwebサーバのサンプルを見てみよう
  →実用上はありえません

  - CancellableWebServer.javaを実行する

    - 「クライアントからの接続を待ち受けます。」が表示されたら、ブラウザから以下のURLを開く
      http://localhost:8888/
      3秒ほど待つと、ブラウザに日時が表示される。

  - ブラウザから以下のURLを開く
    http://localhost:8888/stop
    ブラウザに日時が表示され、webサーバも停止する。

UncaughtExceptionHandler

- UncaughtExceptionHandlerSample.java

```
// UncaughtExceptionHandlerを定義
UncaughtExceptionHandler ueh = new UncaughtExceptionHandler() {
    public void uncaughtException(Thread t, Throwable e) {
        // 通常、標準エラー出力に出るところ、標準出力に表示するよう変更
        e.printStackTrace(System.out);
    }
};

// カレントスレッドにHandlerをセット
Thread.setDefaultUncaughtExceptionHandler(ueh);

// ランタイム例外を（意図的に）スロー
throw new RuntimeException("Runtime Exception!");
```

通常、catchしていない例外は、標準エラー出力にスタックトレースが表示されるが、この例では、標準出力にスタックトレースが表示される。
アプリログへの出力や、メール通知などに利用すると良いらしい。

JVMのシャットダウンフック

- ShutdownHookSample.java

```
// シャットダウンフックを定義
Runnable shutdownHookTask = new Runnable() {
    public void run() {
        System.out.println("shutdown hook");
    }
};

// シャットダウンフックを追加
Runtime.getRuntime().addShutdownHook(new Thread(shutdownHookTask));
```

複数のシャットダウンフックを設定することができるが、並行に動作するので、スレッドセーフにする必要がある。一つだけ設定した方が分かりやすい。
→一時ファイルの削除や、OSがクリーンアップしない資源の削除に使うと良いらしい。

デーモンスレッド（1）

- スレッドには、正規のスレッドとデーモンスレッドの2種類がある

- JVMが始動するとき、正規のスレッドはメインスレッドのみ。その他は全てデーモンスレッド。（ガーベッジコレクタ、ファイナライザなど）

- スレッドが終了したとき、JVM内に残っているスレッドがデーモンスレッドのみの場合、JVMのシャットダウンを開始する

デーモンスレッド（2）

- どのようなスレッドが実行されているか見てみよう
  - FixedThreadPoolWebServerを実行する
  - コマンドラインからjpsを実行
    →FixedThreadPoolWebServerの左横に表示された数字を覚える
  - コマンドラインからjstack <pid>を実行
    →スレッドダンプが表示される
  - jvisualvmコマンドを実行
    →GUIが起動する
  - ブラウザからhttp://localhost:8888へアクセス
    →スレッドが起動する様が確認できる

まとめ

リソース

- ハンズオンソースコード
  https://github.com/taka2/MultiThreadHandsOn

- Java並行処理プログラミング ―その「基盤」と「最新API」を究める―
  ISBN: 978-4797337204

宿題