KB금융그룹 | 국민의 평생 금융파트너

2025년 상반기 K-디지털 트레이닝

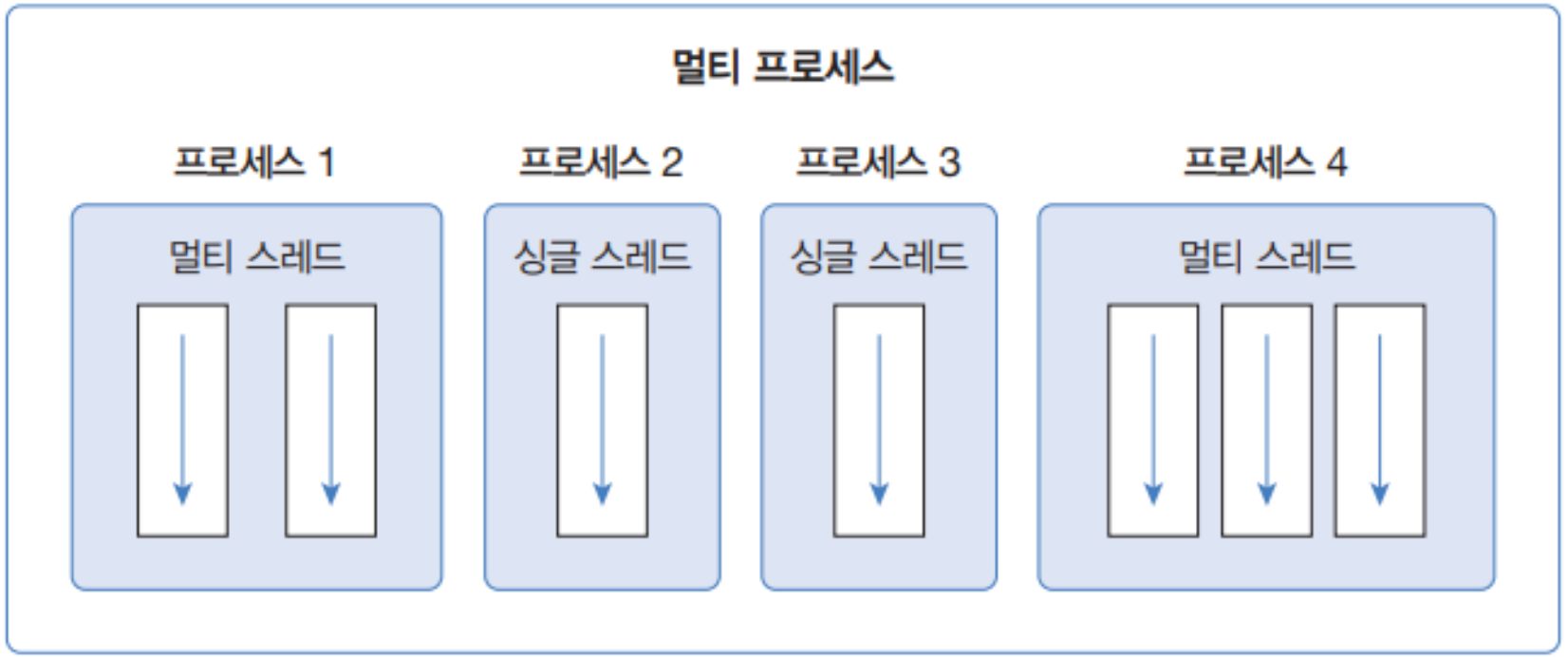
멀티 스레드

[KB] IT's Your Life

KB 국민은행

멀티 프로세스와 멀티 스레드

- 프로세스: 운영체제는 실행 중인 프로그램을 관리
- 멀티 태스킹: 두 가지 이상의 작업을 동시에 처리하는 것
- 스레드: 코드의 실행 흐름
- 멀티 스레드: 두 개의 코드 실행 흐름. 두 가지 이상의 작업을 처리
- 멀티 프로세스 = 프로그램 단위의 멀티 태스킹 / 멀티 스레드 = 프로그램 내부에서의 멀티 태스킹

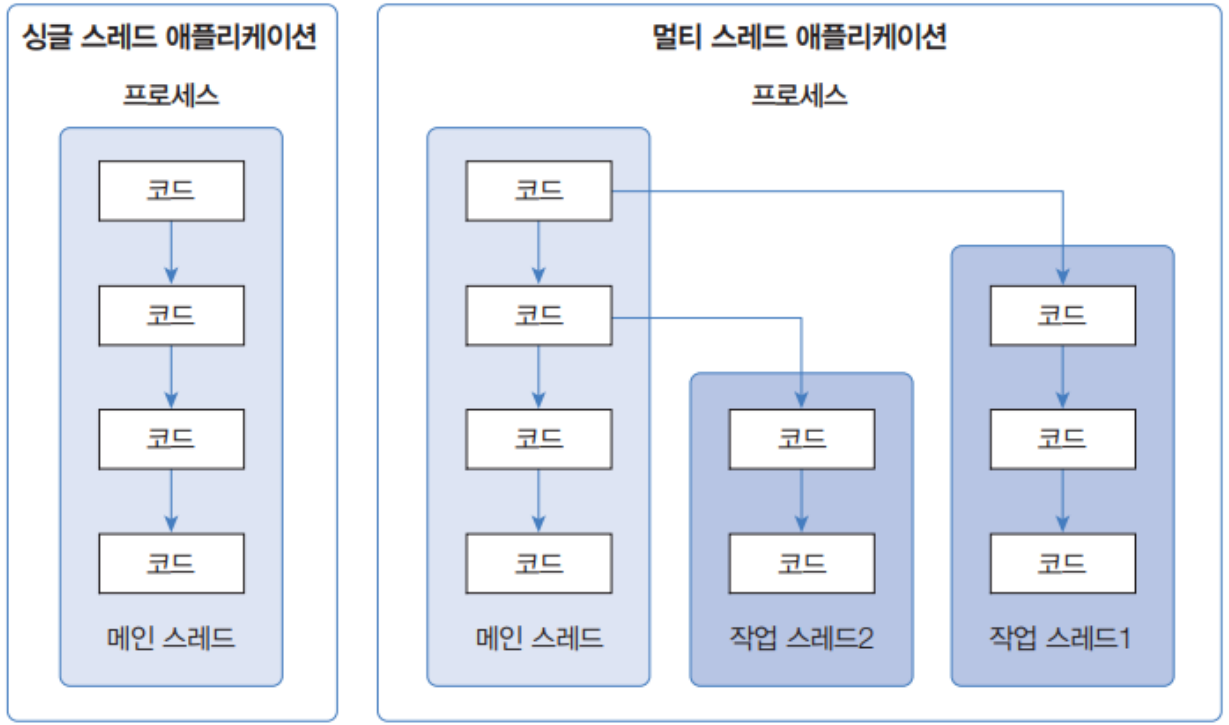


메인 스레드

- 메인 스레드는 main() 메소드의 첫 코드부터 순차적으로 실행
- main() 메소드의 마지막 코드를 실행하거나 return 문을 만나면 실행을 종료
- 메인 스레드는 추가 작업 스레드들을 만들어서 실행시킬 수 있음
- 메인 스레드가 작업 스레드보다 먼저 종료되더라도 작업 스레드가 계속 실행 중이라면 프로세스는 종료되지 않음

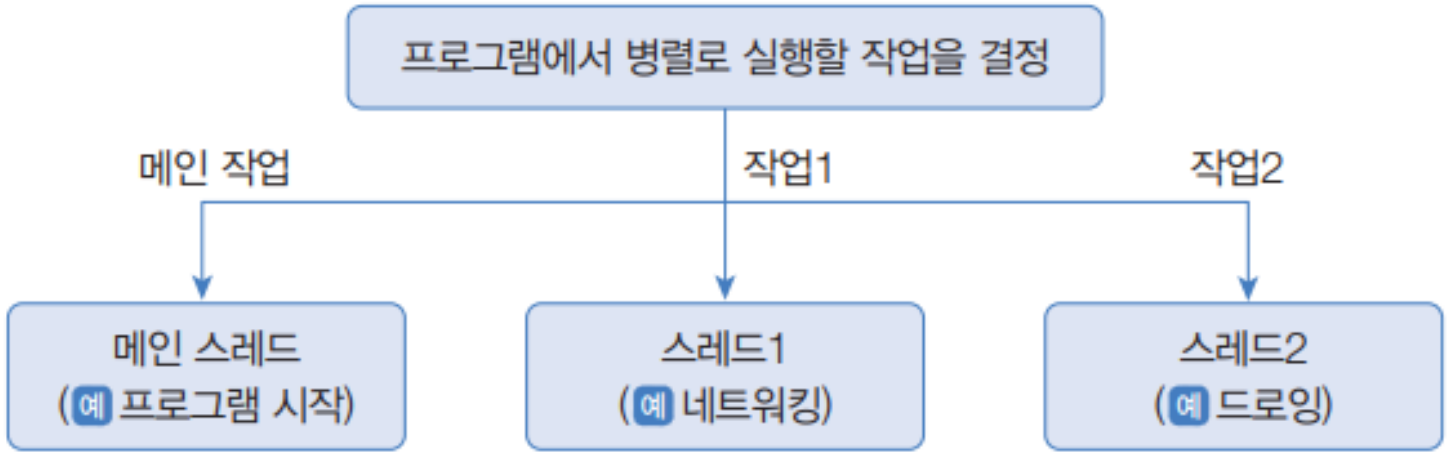
```
public static void main(String[] args) {
  String data = null;
  if(…) {
  }
  while(…) {
  }
  System.out.println("…");
}
```

코드의 실행 흐름 → 메인 스레드



작업 스레드

- 멀티 스레드 프로그램을 개발 시 먼저 몇 개의 작업을 병렬로 실행할지 결정하고 각 작업별로 스레드를 생성



Thread 클래스로 직접 생성

- Runnable 구현 객체를 매개값으로 갖는 생성자를 호출

```
Thread thread = new Thread(Runnable target);
```

```
class Task implements Runnable {
  @Override
  public void run() {
    //스레드가 실행할 코드
  }
}
```

Thread 클래스로 직접 생성

- Runnable 구현 객체를 매개값으로 갖는 생성자를 호출

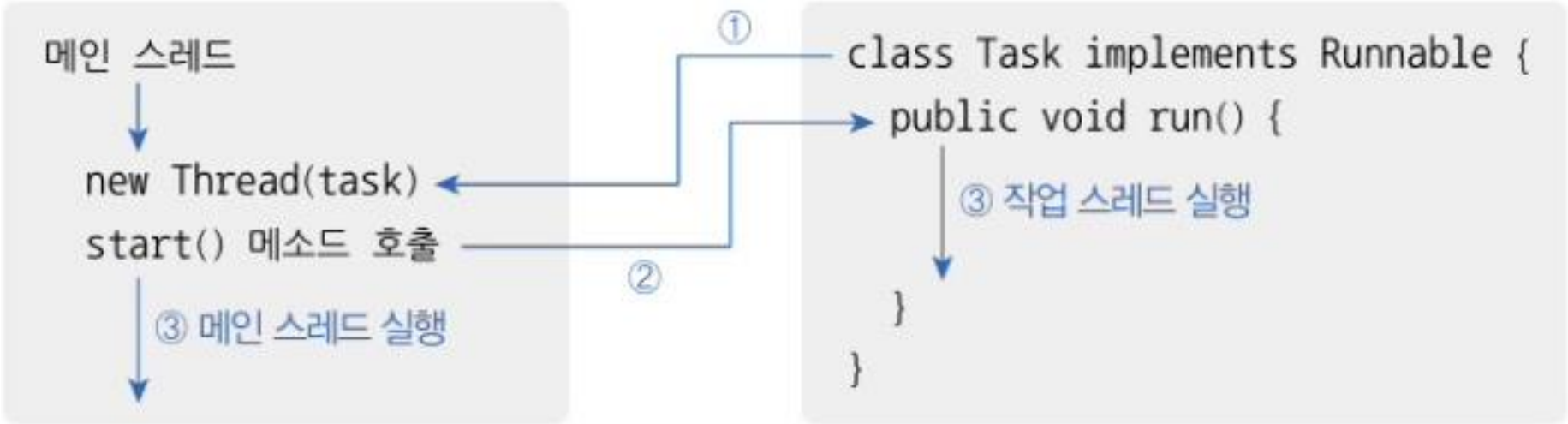
```
Runnable task= new Task();

Thread thread = new Thread(task);
```

```
Thread thread = new Thread( new Runnable() {
  @Override
  public void run() {
    //스레드가 실행할 코드
  }
} );
```

```
thread.start();
```

Thread 클래스로 직접 생성

- Runnable 구현 객체를 매개값으로 갖는 생성자를 호출



BeepPrintExample.java

```
package ch14.sec03.exam01;

import java.awt.Toolkit;

public class BeepPrintExample {
  public static void main(String[] args) {
    Toolkit toolkit = Toolkit.getDefaultToolkit();
    for(int i=0; i<5; i++) {
      toolkit.beep();   // 비프음 발생
      try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}    // 0.5초간 일시 정지
    }

    for(int i=0; i<5; i++) {
      System.out.println("띵");
      try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}    // 0.5초간 일시 정지
    }
  }
}
```

```
띵
띵
띵
띵
띵
```

BeepPrintExample.java

```
package ch14.sec03.exam02;

import java.awt.Toolkit;

public class BeepPrintExample {
  public static void main(String[] args) {
    Thread thread = new Thread(new Runnable() { // 작업 스레드 생성
      @Override
      public void run() {
        Toolkit toolkit = Toolkit.getDefaultToolkit();
        for(int i=0; i<5; i++) {
          toolkit.beep();
          try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}
        }
      }
    });

    thread.start(); // 작업 스레드 실행
```

BeepPrintExample.java

```
    for(int i=0; i<5; i++) {
      System.out.println("띵");
      try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}
    }
  }
}
```

```
띵
띵
띵
띵
띵
```

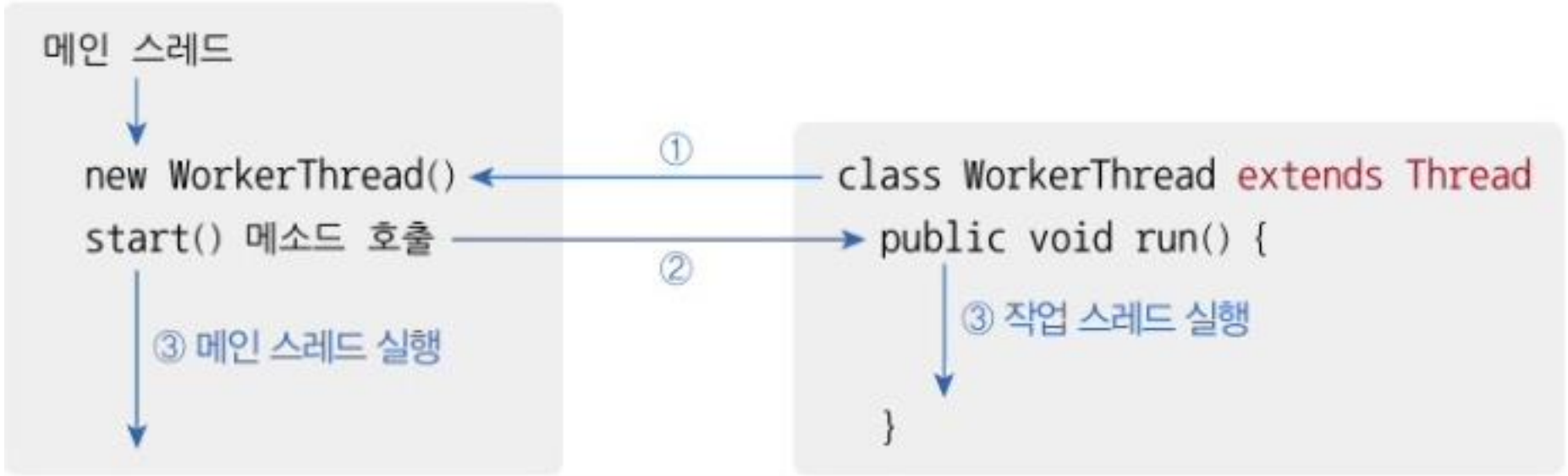
Thread 자식 클래스로 생성

- Thread 클래스를 상속한 다음 run() 메소드를 재정의
  - 스레드가 실행할 코드를 작성
- 객체를 생성 혹은 Thread 익명 자식 객체를 사용 가능

```
public class WorkerThread extends Thread {
  @Override
  public void run() {
    //스레드가 실행할 코드
  }
}

//스레드 객체 생성
Thread thread = new WorkerThread();
thread.start();
```

```
Thread thread = new Thread() {
  @Override
  public void run() {
    //스레드가 실행할 코드
  }
};
thread.start();
```

Thread 자식 클래스로 생성




```
Thread thread = new Thread() {
  @Override
  public void run() {
    //스레드가 실행할 코드
  }
};
thread.start();
```

BeepPrintExample.java

```
package ch14.sec03.exam03;

import java.awt.Toolkit;

public class BeepPrintExample {
  public static void main(String[] args) {
    Thread thread = new Thread() {
      @Override
      public void run() {
        Toolkit toolkit = Toolkit.getDefaultToolkit();
        for(int i=0; i<5; i++) {
          toolkit.beep();
          try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}
        }
      }
    };

    thread.start();
```

BeepPrintExample.java

```
    for(int i=0; i<5; i++) {
      System.out.println("띵");
      try { Thread.sleep(500); } catch(Exception e) {}
    }
  }
}
```

```
띵
띵
띵
띵
띵
```

작업 스레드의 이름

- 작업 스레드 이름을 Thread-n 대신 다른 이름으로 설정하려면 Thread 클래스의 setName() 메소드 사용

```
thread.setName("스레드 이름");
```

- 디버깅할 때 어떤 스레드가 작업을 하는지 조사하기 위해 주로 사용
- 어떤 스레드가 실행하고 있는지 확인하려면 정적 메소드인 currentThread()로 스레드 객체의 참조를 얻은 다음 getName() 메소드로 이름을 출력

```
Thread thread = Thread.currentThread();
System.out.println(thread.getName());
```

ThreadNameExample.java

```
package ch14.sec04;

public class ThreadNameExample {
  public static void main(String[] args) {
    Thread mainThread = Thread.currentThread();
    System.out.println(mainThread.getName() + " 실행");  // 스레드 이름 리턴

    for(int i=0; i<3; i++) {
      Thread threadA = new Thread() {
        @Override
        public void run() {
          System.out.println(getName() + " 실행");  // 스레드 이름 리턴
        }
      };
      threadA.start();
    }
```

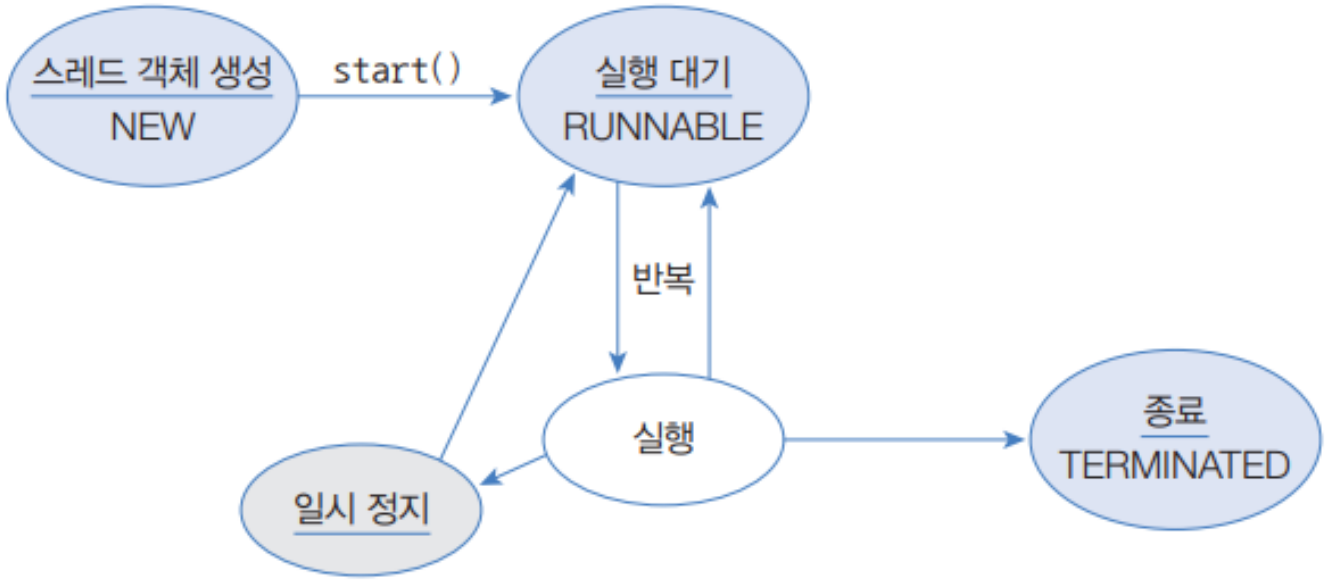
ThreadNameExample.java

```
    Thread chatThread = new Thread() {
      @Override
      public void run() {
        System.out.println(getName() + " 실행");  // 스레드 이름 리턴
      }
    };
    chatThread.setName("chat-thread"); // 작업 스레드 이름 변경
    chatThread.start();
  }
}
```

```
main 실행
Thread-1 실행
Thread-0 실행
chat-thread 실행
Thread-2 실행
```

스레드 상태

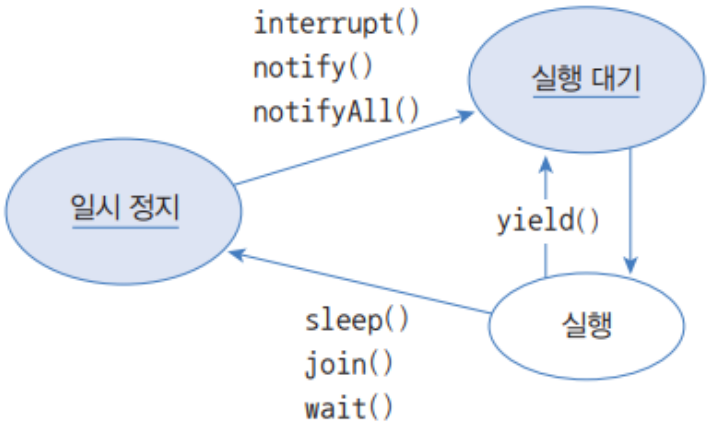
- 실행 대기 상태
  - 실행을 기다리고 있는 상태
- 실행 상태
  - CPU 스케쥴링에 따라 CPU를 점유하고 run() 메소드를 실행.
  - 스케줄링에 의해 다시 실행 대기 상태로 돌아갔다가 다른 스레드가 실행 상태 반복
- 종료 상태:
  - 실행 상태에서 run() 메소드가 종료
  - 실행할 코드 없이 스레드의 실행을 멈춘 상태



일시 정지 상태

- 스레드가 실행할 수 없는 상태
- 스레드가 다시 실행 상태로 가기 위해서는 일시 정지 상태에서 실행 대기 상태로 가야야 함
- Thread 클래스의 sleep() 메소드:
  - 실행 중인 스레드를 일정 시간 멈추게 함
  - 매개값 단위는 밀리세컨드(1/1000)

```
try {
  Thread.sleep(1000);
} catch(InterruptedException e) {
  // interrupt() 메소드가 호출되면 실행
}
```



구분	메소드	설명
일시 정지로 보냄	sleep(long millis)	주어진 시간 동안 스레드를 일시 정지 상태로 만든다. 주어진 시간이 지나면 자동적으로 실행 대기 상태가 된다.
	join( )	join( ) 메소드를 호출한 스레드는 일시 정지 상태가 된다. 실행 대기 상태가 되려면, join( ) 메소드를 가진 스레드가 종료되어야 한다.
	wait( )	동기화 블록 내에서 스레드를 일시 정지 상태로 만든다.
일시 정지에서 벗어남	interrupt( )	일시 정지 상태일 경우, InterruptedException을 발생시켜 실행 대기 상태 또는 종료 상태로 만든다.
	notify( ) notifyAll( )	wait( ) 메소드로 인해 일시 정지 상태인 스레드를 실행 대기 상태로 만든다.
실행 대기로 보냄	yield( )	실행 상태에서 다른 스레드에게 실행을 양보하고 실행 대기 상태가 된다.

SleepExample.java

```
package ch14.sec05.exam01;

import java.awt.Toolkit;

public class SleepExample {
  public static void main(String[] args) {
    Toolkit toolkit = Toolkit.getDefaultToolkit();
    for(int i=0; i<10; i++) {
      toolkit.beep();
      try {
        Thread.sleep(3000);
      } catch(InterruptedException e) {
      }
    }
  }
}
```

다른 스레드의 종료를 기다림

- 어떤 스레드 A는 특정 스레드 B의 작업 결과를 바탕으로 동작
- 스레드 A는 스레드 B의 작업이 끝날 때까지 하는 일 없이 기다려야 함

→ 어떻게 스레드 B의 작업 종료를 인지할 수 있는가

- join() 메서드
  - 해당 스레드가 종료할 때까지 대기 하다가 스레드가 종료하면 실행을 재개

SumThread.java

```
package ch14.sec05.exam02;

public class SumThread extends Thread {
  private long sum;

  public long getSum() {
    return sum;
  }

  public void setSum(long sum) {
    this.sum = sum;
  }

  @Override
  public void run() {
    for(int i=1; i<=100; i++) {
      sum+=i;
    }
  }
}
```

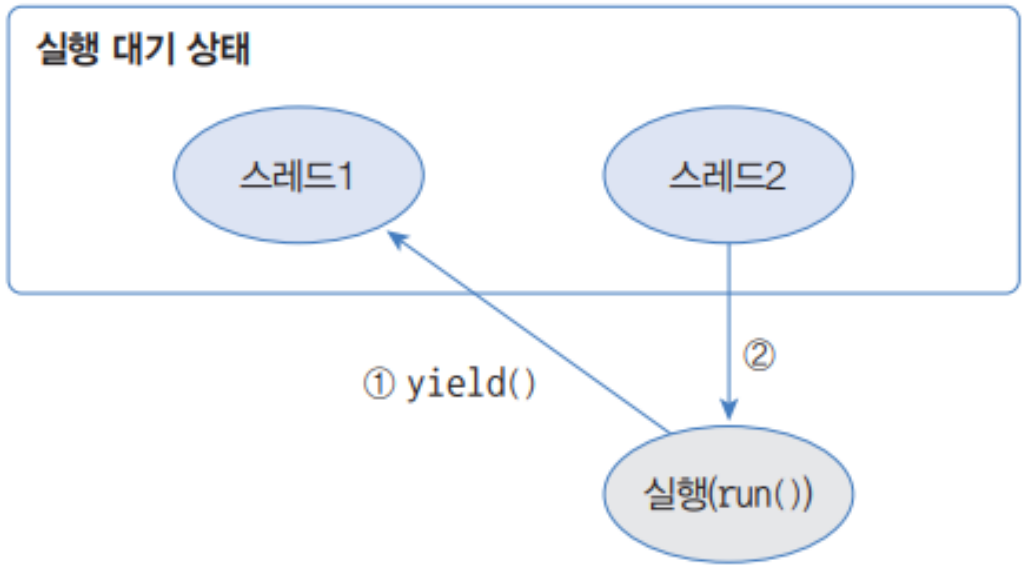
SumThread.java

```
package ch14.sec05.exam02;

public class JoinExample {
  public static void main(String[] args) {
    SumThread sumThread = new SumThread();
    sumThread.start();
    try {
      sumThread.join();
    } catch (InterruptedException e) {
    }
    System.out.println("1~100 합: " + sumThread.getSum());
  }
}
```

```
1~100 합: 5050
```

다른 스레드에게 실행 양보

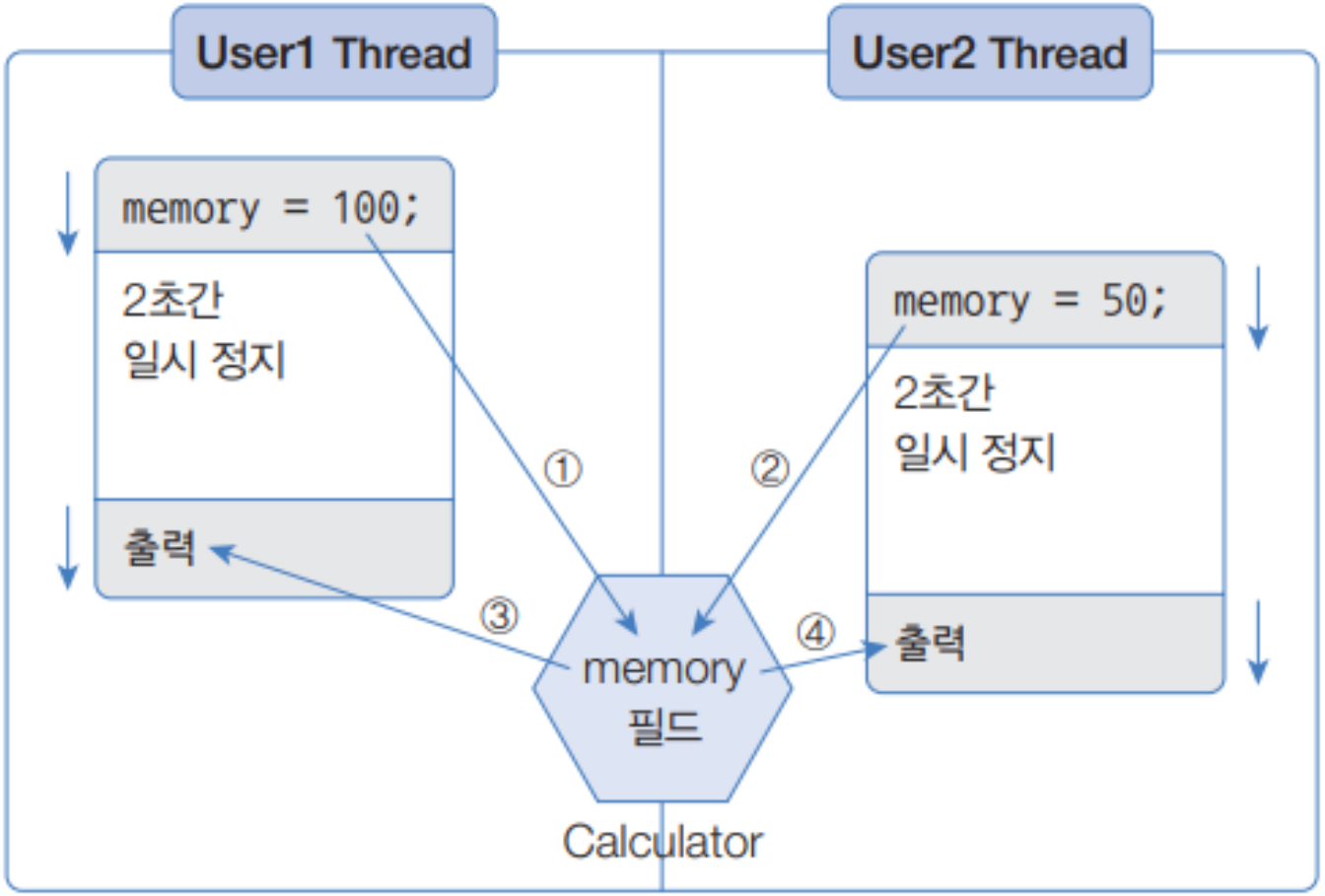
- yield() 메소드: 실행되는 스레드는 실행 대기 상태로 돌아가고, 다른 스레드가 실행되도록 양보
- 무의미한 반복을 막아 프로그램 성능 향상

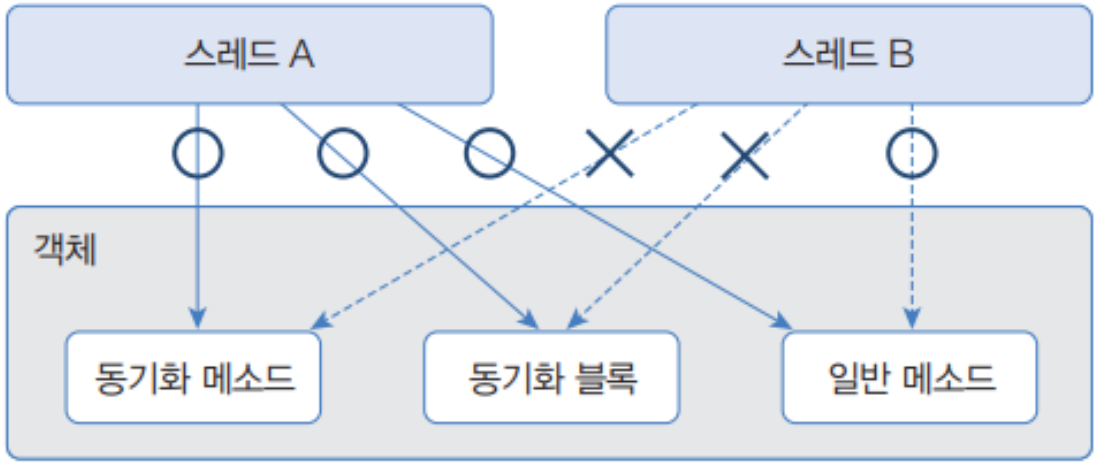



```
public void run() {
  while(true) {
    if(work) {
      System.out.println("ThreadA 작업 내용");
    } else {
      Thread.yield();
    }
  }
}
```

동기화 메소드와 블록

- 스레드 작업이 끝날 때까지 객체에 잠금을 걸어 스레드가 사용 중인 객체를 다른 스레드가 변경할 수 없게 함



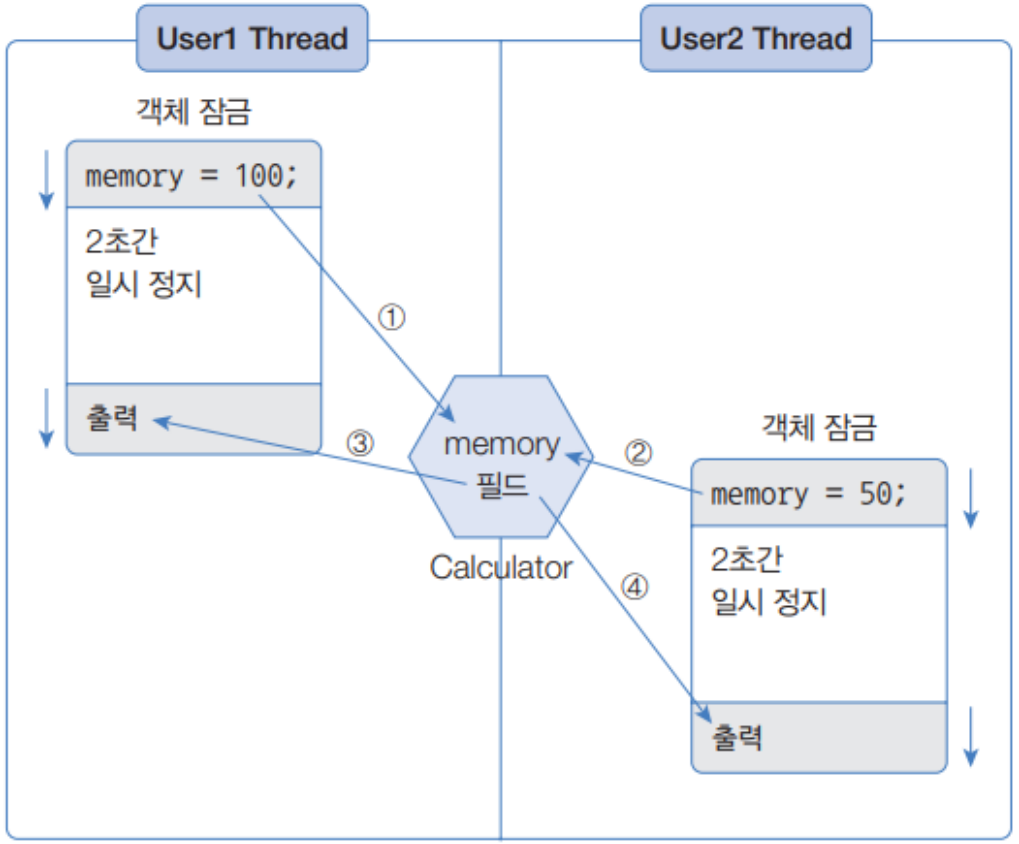


동기화 메소드 및 블록 선언

- 인스턴스와 정적 메소드에 synchronized 키워드 붙임
- 동기화 메소드를 실행 즉시 객체는 잠금이 일어나고, 메소드 실행이 끝나면 잠금 풀림
- 메소드 일부 영역 실행 시 객체 잠금을 걸고 싶다면 동기화 블록을 만듦

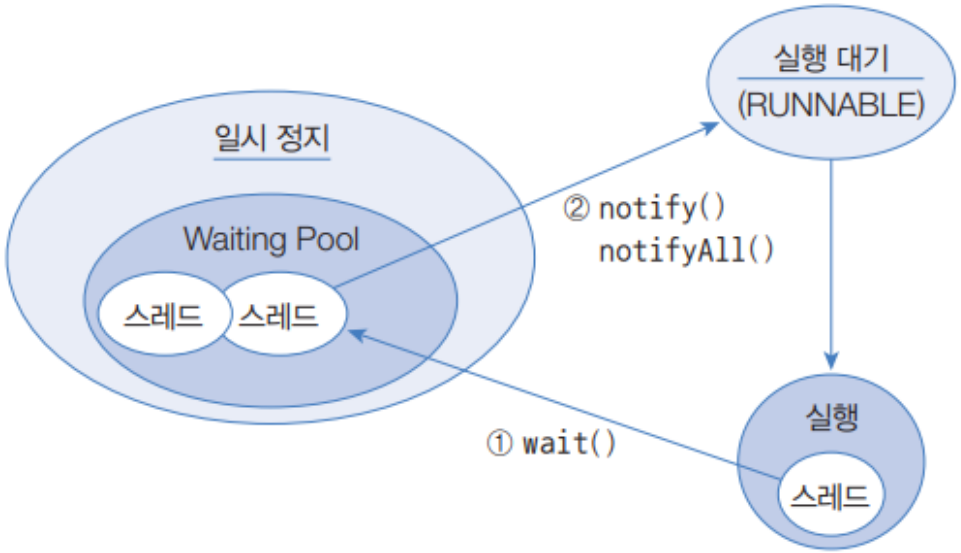
```
public synchronized void method() {
  //단 하나의 스레드만 실행하는 영역
}
```

```
public void method () {
  //여러 스레드가 실행할 수 있는 영역

  synchronized(공유객체) {
    //단 하나의 스레드만 실행하는 영역
  }

  //여러 스레드가 실행할 수 있는 영역
}
```



wait( )과 notify( )를 이용한 스레드 제어

- 두 스레드 교대 실행 시 공유 객체는 두 스레드가 작업할 내용을 각각 동기화 메소드로 정함
- 한 스레드 작업 완료 시 notify() 메소드를 호출해 일시 정지 상태에 있는 다른 스레드를 실행 대기 상태로 만들고, wait() 메소드를 호출하여 자신은 일시 정지 상태로 만듦



- notify(): wait()에 의해 일시 정지된 스레드 중 한 개를 실행 대기 상태로 만듦
- notifyAll(): wait()에 의해 일시 정지된 모든 스레드를 실행 대기 상태로 만듦

7 스레드 안전 종료

안전하게 스레드 종료하기

- 스레드 강제 종료 stop() 메소드: deprecated(더 이상 사용하지 않음)
- 스레드를 안전하게 종료하려면 사용하던 리소스(파일, 네트워크 연결)를 정리하고 run() 메소드를 빨리 종료해야 함

조건 이용

- while 문으로 반복 실행 시 조건을 이용해 run() 메소드 종료를 유도

```
public class XXXThread extends Thread {
  private boolean stop;

  public void run() {
    while( !stop ) {
      //스레드가 반복 실행하는 코드;
    }
    //스레드가 사용한 리소스 정리
  }
}
```

stop이 필드 선언

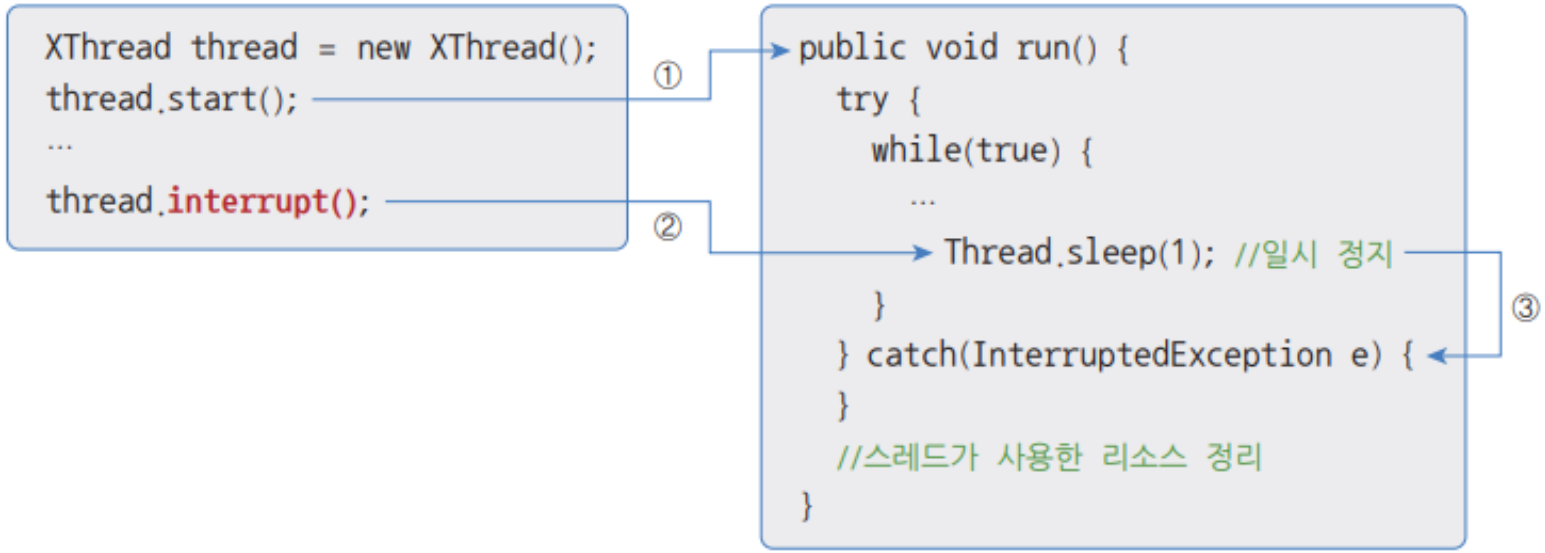
stop이 true가 되면 while 문을 빠져나감

리소스 정리

스레드 종료

interrupt( ) 메소드 이용

- 스레드가 일시 정지 상태에 있을 때 InterruptedException 예외 발생
- 예외 처리를 통해 run() 메소드를 정상 종료



- Thread의 interrupted()와 isInterrupted() 메소드는 interrupt() 메소드 호출 여부를 리턴

```
boolean status = Thread.interrupted();
boolean status = objThread.isInterrupted();
```

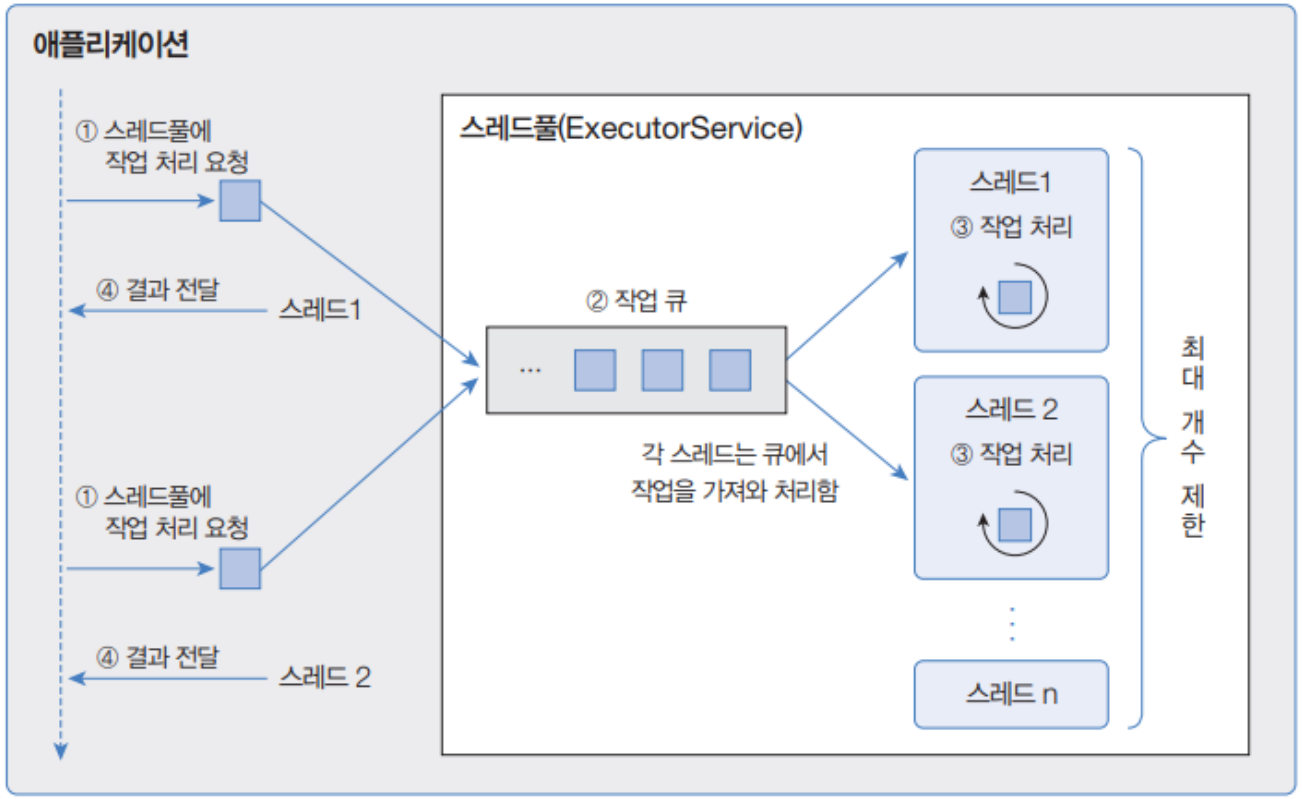
데몬 스레드

- 주 스레드의 작업을 돕는 보조적인 역할을 수행하는 스레드
- 주 스레드가 종료되면 데몬 스레드도 따라서 자동 종료
- 데몬 스레드 적용 예:
  - 워드프로세서의 자동 저장, 미디어플레이어의 동영상 및 음악 재생, 가비지 컬렉터
- 주 스레드가 데몬이 될 스레드의 setDaemon(true)를 호출

```
public static void main(String[] args) {
  AutoSaveThread thread = new AutoSaveThread();
  thread.setDaemon(true);
  thread.start();
  ...
}
```

스레드풀로 작업 처리 제한하기

- 작업 처리에 사용되는 스레드 개수를 제한하고 작업 큐에 들어오는 작업들을 스레드가 하나씩 맡아 처리하는 방식
- 작업 처리가 끝난 스레드는 다시 작업 큐에서 새로운 작업을 가져와 처리
- 작업량이 증가해도 스레드의 개수가 늘어나지 않아 애플리케이션의 성능의 급격한 저하 방지



스레드풀 생성

- java.util.concurrent 패키지에서 ExecutorService 인터페이스와 Executors 클래스를 제공
- Executors의 다음 두 정적 메소드를 이용하면 스레드풀인 ExecutorService 구현 객체를 만들 수 있음

메소드명(매개변수)	초기 수	코어 수	최대 수
newCachedThreadPool( )	0	0	Integer.MAX_VALUE
newFixedThreadPool(int nThreads)	0	생성된 수	nThreads

- 초기 수: 스레드풀이 생성될 때 기본적으로 생성되는 스레드 수
- 코어 수: 스레드가 증가된 후 사용되지 않는 스레드를 제거할 때 최소한 풀에서 유지하는 스레드 수
- 최대 수: 증가되는 스레드의 한도 수

```
ExecutorService executorService = Executors.newCachedThreadPool();
```

```
ExecutorService executorService = Executors.newFixedThreadPool(5);
```

스레드풀 종료

- 스레드풀의 스레드는 main 스레드가 종료되더라도 작업을 처리하기 위해 계속 실행 상태로 남음

리턴 타입	메소드명(매개변수)	설명
void	shutdown( )	현재 처리 중인 작업뿐만 아니라 작업 큐에 대기하고 있는 모든 작업을 처리한 뒤에 스레드풀을 종료시킨다.
List<Runnable>	shutdownNow( )	현재 작업 처리 중인 스레드를 interrupt해서 작업을 중지시키고 스레드풀을 종료시킨다. 리턴값은 작업 큐에 있는 미처리된 작업(Runnable)의 목록이다.

작업 생성과 처리 요청

- 하나의 작업은 Runnable 또는 Callable 구현 클래스로 표현

Runnable 익명 구현 클래스	Callable 익명 구현 클래스

new Runnable() {
  @Override
  public void run() {
  //스레드가 처리할 작업 내용
  }
}
	new Callable<T> {
	  @Override
	  public T call() throws Exception {
	  //스레드가 처리할 작업 내용
	  return T;
	  }
	}

리턴 타입	메소드명(매개변수)	설명
void	execute(Runnable command)	– Runnable을 작업 큐에 저장 – 작업 처리 결과를 리턴하지 않음
Future<T>	submit(Callable<T> task)	– Callable을 작업 큐에 저장 – 작업 처리 결과를 얻을 수 있도록 Future를 리턴