Thread

1. Thread

❖Task: 일 또는 작업이라는 말로 번역하며 프로세스와 Thread를 포함한 개념

❖Process: 운영체제로부터 자원을 할당받아서 동작하는 독립된 프로그램으로 하나의 프로세스가 다른 프로세스에 영향을 미치지 않음

❖Thread: 프로세스 내의 명령어 블록으로 시작점과 종료점을 가지는 일련된 하나의 작업 흐름으로 혼자서 동작할 수 없고 항상 Process 내에 속해서 동작해야 함

❖순차적으로 동작하는 문장들의 단일 집합으로 다른 Thread와 자원을 공유할 수 있으며 실행 중에 멈출 수 있으며(제어권을 다른 Thread에게 넘김) 다른 Thread를 수행하는 것이 가능

❖프로세스는 제어권을 가지면 종료 될 때까지 제어권의 이동이 불가능하고 다른 프로세스와 자원을 공유하지 않으며 통신을 이용해서만 다른 프로세스와 자원을 공유할 수 있음

❖java 에서는 java.lang 패키지에서 Thread를 위한 Runnable 인터페이스와 Thread, ThreadGroup, ThreadLocal, InheritableThreadLocal 클래스를 제공

❖1.5 이상의 버전에서는 Thread의 동기화를 위해서 java.util.concurrent 패키지 제공

1. Thread

❖메인(main) 스레드

- ✓ 모든 자바 프로그램은 메인 스레드가 main() 메소드를 실행해서 시작
- ✓ main() 메소드의 첫 코드부터 아래로 순차적으로 실행
- ✓ 실행 종료 조건
  - 마지막 코드 실행
  - return 문을 만나면

❖main 스레드는 작업 스레드들을 만들어 병렬로 코드들 실행

❖멀티 스레드를 이용해 멀티 태스킹 수행

❖프로세스의 종료

- ✓ 싱글 스레드: 메인 스레드가 종료하면 프로세스도 종료
- ✓ 멀티 스레드: 실행 중인 스레드가 하나라도 있다면 프로세스 미종료

1. Thread

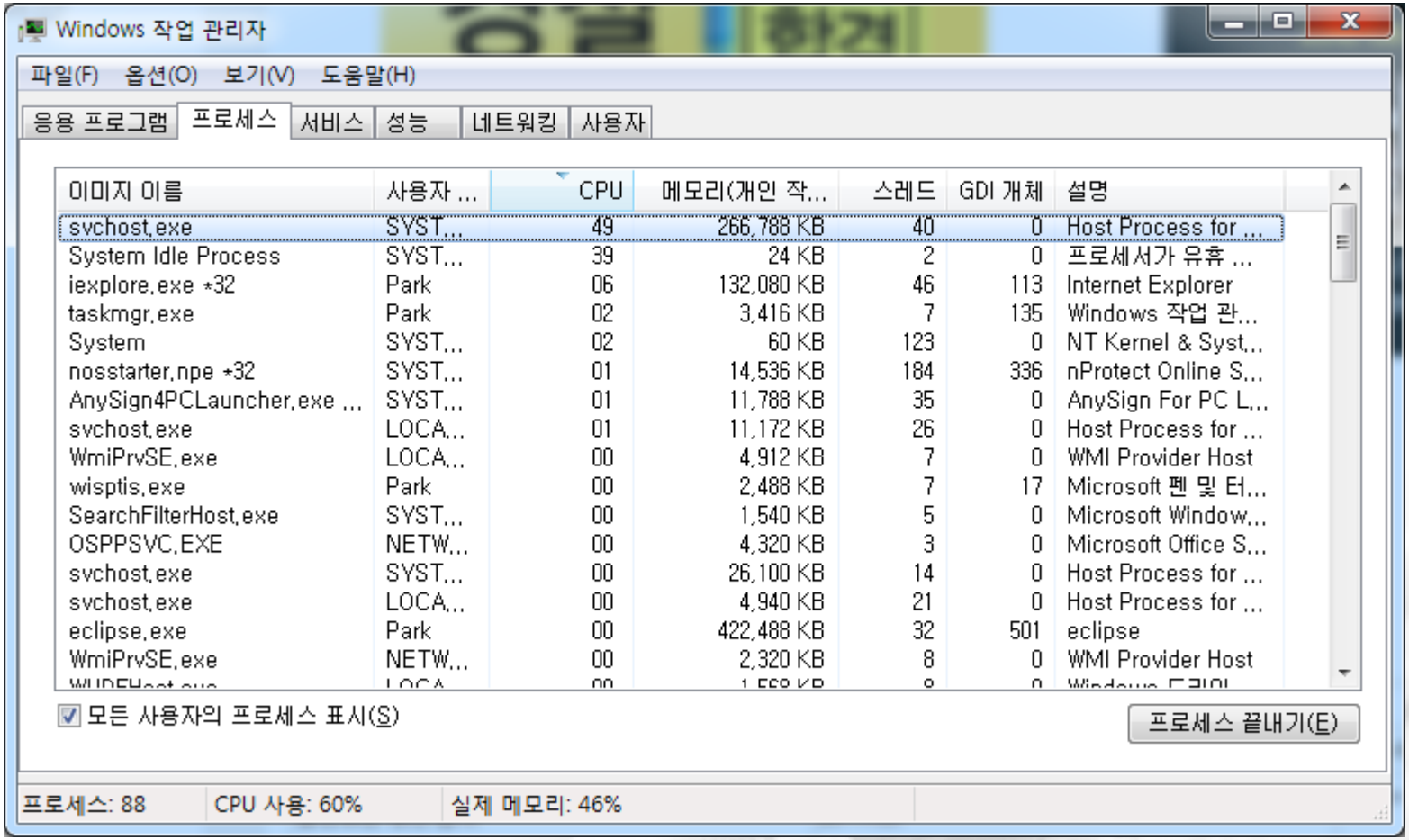
❖스레드 프로그래밍의 장점

- ✓ CPU의 사용률을 향상시킴
- ✓ 자원을 보다 효율적으로 사용
- ✓ 사용자에 대한 응답성이 향상
- ✓ 작업이 분리되어 코드가 간결

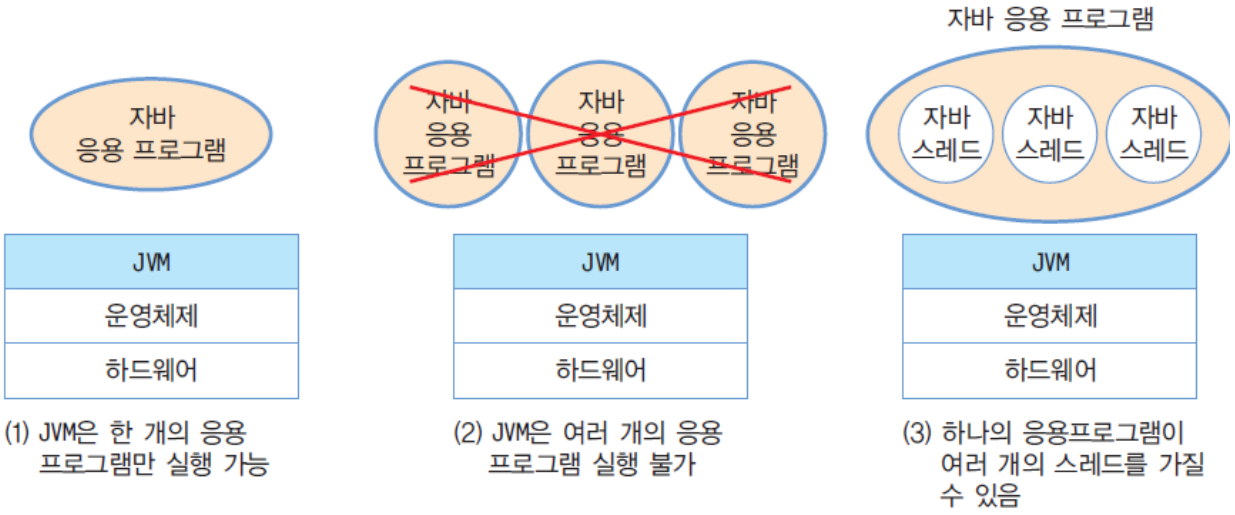
❖ 스레드 프로그래밍의 단점

- ✓ 동기화나 교착상태 등을 고려해야 하기 때문에 프로그램이 어려워짐
- ✓ 너무 많은 스레드를 생성하면 스레싱 현상이 발생해서 성능이 저하 될 가능성이 있음

1. Thread


Windows 작업 관리자
파일(F) 옵션(O) 보기(V) 도움말(H)
응용 프로그램 프로세스 서비스 성능 네트워킹 사용자
이미지 이름 사용자 ... CPU 메모리(개인 작... 스레드 GDI 개체 설명
svchost.exe SYST... 49 266,788 KB 40 0 Host Process for ...
System Idle Process SYST... 39 24 KB 2 0 프로세서가 유휴 ...
iexplore.exe *32 Park 06 132,080 KB 46 113 Internet Explorer
taskmgr.exe Park 02 3,416 KB 7 135 Windows 작업 관...
System SYST... 02 60 KB 123 0 NT Kernel & Syst...
nosstarter.npe *32 SYST... 01 14,536 KB 184 336 nProtect Online S...
AnySign4PCLauncher.exe ... SYST... 01 11,788 KB 35 0 AnySign For PC L...
svchost.exe LOCA... 01 11,172 KB 26 0 Host Process for ...
WmiPrvSE.exe LOCA... 00 4,912 KB 7 0 WMI Provider Host
wisptis.exe Park 00 2,488 KB 7 17 Microsoft 펜 및 터...
SearchFilterHost.exe SYST... 00 1,540 KB 5 0 Microsoft Window...
OSPPSVC.EXE NETW... 00 4,320 KB 3 0 Microsoft Office S...
svchost.exe SYST... 00 26,100 KB 14 0 Host Process for ...
svchost.exe LOCA... 00 4,940 KB 21 0 Host Process for ...
eclipse.exe Park 00 422,488 KB 32 501 eclipse
WmiPrvSE.exe NETW... 00 2,320 KB 8 0 WMI Provider Host
모든 사용자의 프로세스 표시(S)
프로세스 끝내기(E)
프로세스: 88 CPU 사용: 60% 실제 메모리: 46%

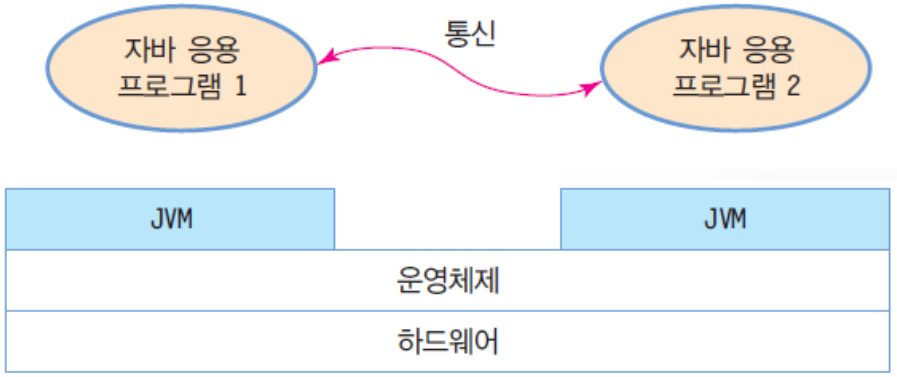
1. Thread



(1) JVM은 한 개의 응용 프로그램만 실행 가능

(2) JVM은 여러 개의 응용 프로그램 실행 불가

(3) 하나의 응용프로그램이 여러 개의 스레드를 가질 수 있음



두 개의 자바 응용프로그램이 동시에 실행시키고자 하면
두 개의 JVM을 이용하고 응용프로그램은 서로 소켓 등을 이용하여 통신

2. Thread 클래스

❖JDK는 작업 Thread를 생성해서 멀티태스킹을 할 수 있도록 java.lang.Runnable 인터페이스와 java.lang.Thread 클래스를 제공

❖Thread의 생성자

- ✓ Thread()
- ✓ Thread(String s): Thread 이름을 설정해서 생성
- ✓ Thread(Runnable r): Runnable 을 implements 한 클래스 객체를 이용해서 생성
- ✓ Thread(Runnable r, String s):

2. Thread 클래스

❖메소드

- ✓ static void sleep(long msec) throws InterruptedException: msec에 지정된 밀리초(milliseconds) 동안 현재 스레드를 대기시킴
- ✓ String getName(): Thread의 이름을 반환
- ✓ void setName(String s): Thread의 이름을 s로 설정
- ✓ int getPriority(): Thread의 우선 순위를 반환
- ✓ void setPriority(int p): Thread의 우선 순위를 p값으로 설정
- ✓ boolean isAlive(): Thread가 시작되었고 아직 끝나지 않았으면 true를 그렇지 않으면 false를 반환
- ✓ void join() throws InterruptedException : 호출하는 Thread가 끝날 때까지 대기
- ✓ void run(): Thread가 실행할 부분을 기술하는 메소드로 하위 클래스에서 오버라이딩 되어야 함
- ✓ void start(): run 메소드의 내용을 스레드로 실행시켜 주는 메소드

3. Thread 생성

❖Thread를 생성하는 방법

- ✓ Thread 클래스를 상속받아 Thread를 생성
- ✓ Runnable 인터페이스를 implements 해서 생성

❖Thread 클래스 이용

- ✓ Thread 클래스로부터 상속

```
class ThreadA extends Thread
{
.........
public void run()
{
   ....  // 상위 클래스인 Thread 클래스의 run() 메소드를 오버라이딩하여 Thread가
수행하여야 하는 문장들을 기술
  }
  ....…
}
```

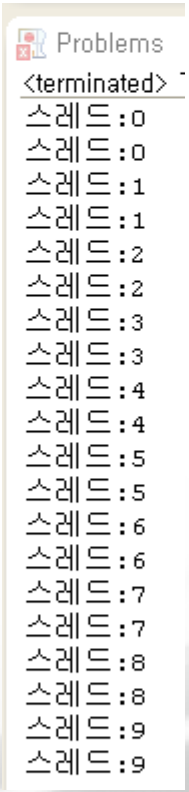
- ✓ Thread 클래스에서 제공되는 run() 메소드를 오버라이딩하여 Thread의 동작을 기술

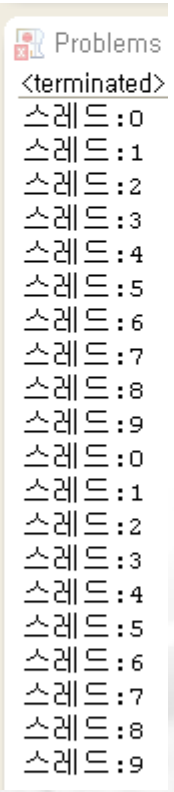
- ✓ Thread 생성 및 시작

```
ThreadA TA = new ThreadA();
TA.start();
```

실습(ThreadTest.java)

```
//0.5초 간격으로 스레드 자신의 이름을 10번 출력하는 스레드
public class ThreadTest extends Thread {
	public void run() {
		try {
			for (int i = 0; i < 10; i++) {
				Thread.sleep(500);
				System.out.println(getName());
			}
		} catch (InterruptedException e) {
			System.out.println(e);
		}
	}
}
```





실습(Thread1.java)

```
public class Thread1 {
	public static void main(String[] args) {
		// 2개의 스레드를 생성해서 실행
		ThreadTest t1 = new ThreadTest();
		ThreadTest t2 = new ThreadTest();
		t1.start();
		t2.start();
		// t1.run();
		// t2.run();
	}
}
```

3. Thread 생성

❖Runnable 인터페이스를 이용하여 Thread를 생성할 수 있음

❖Runnable 인터페이스에는 run() 메소드만 선언되어 있음

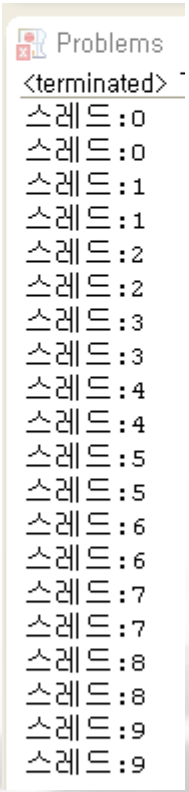
```
public interface Runnable {
        public void run();
}
```

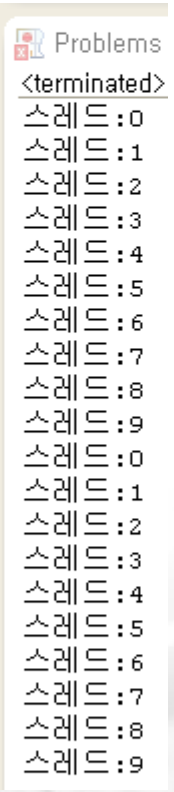
❖Runnable 인터페이스 이용

```
class RunnableB extends Applet implements Runnable
{
public void run()
{
      ........  // Runnable 인터페이스에 정의된 run() 메소드를
      ........  // 오버라이딩하여 Thread가 수행할 문장들을 기술
        }
}
RunnableB rb = new RunnableB(); // 객체 rb 생성
Thread tb = new Thread(rb);
// rb를 매개변수로 하여 Thread 객체 tb를 생성
tb.start();  // Thread 시작
```

실습(Thread2.java)

```
//0.2초 간격으로 0부터 9까지 출력하는 스레드
class RunnableTest implements Runnable
{
	public void run()
	{
		try
		{
			for (int i=0 ; i<10 ; i++)
			{
				Thread.sleep(200);
				System.out.println("Thread :" + i);
			}
		}
		catch(InterruptedException e )
		{
			e.printStackTrace();
		}
	}
}
```





실습(Thread2.java)

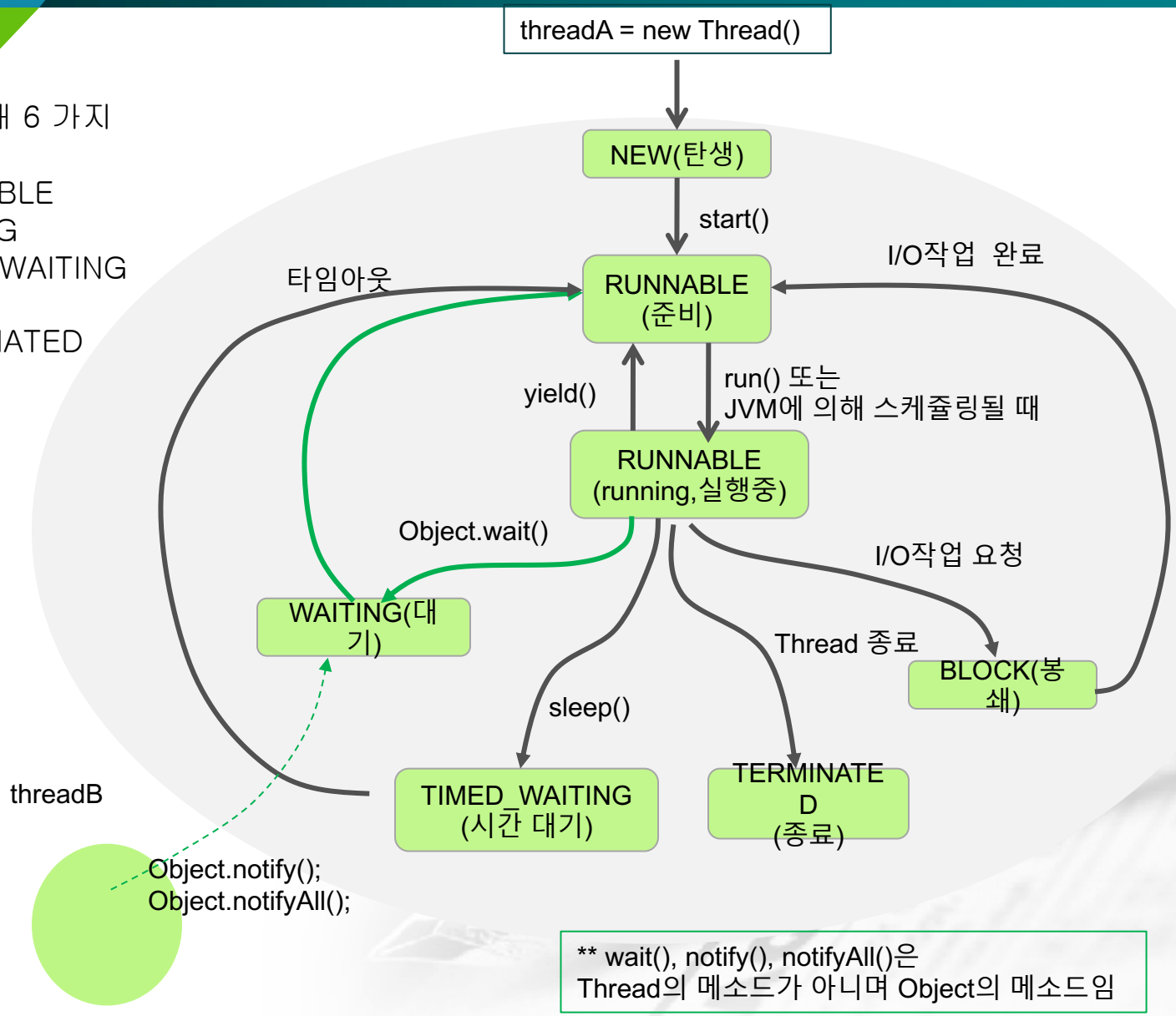
```
public class Thread2
{
    public static void main(String args[])
    {
            RunnableTest Obj = new RunnableTest();
            // Runnable 인터페이스 객체로 r을 생성
            Thread th = new Thread(Obj);
            // r을 매개 변수로 하여 Thread 객체 th를 생성
            th.start();
   }
}
```

4. Thread 수명주기

- Thread 상태 6 가지
  - ✓ NEW: Thread가 생성되었지만 Thread가 아직 실행할 준비가 되지 않았음
  - ✓ RUNNABLE: Thread가 JVM에 의해 실행되고 있거나 실행 준비되어 스케쥴링을 기다리는 상태
  - ✓ WAITING: 다른 Thread가 notify(), notifyAll()을 불러주기를 기다리고 있는 상태.
  - ✓ TIMED_WAITING: Thread가 sleep(n) 호출로 인해 n 밀리초 동안 잠을 자고 있는 상태
  - ✓ BLOCK: Thread가 I/O 작업을 요청하면 JVM이 자동으로 이 Thread를 BLOCK 상태로 만듬
  - ✓ TERMINATED: Thread가 종료된 상태
- Thread 상태는 JVM에 의해 기록되고 관리됨
- run() 메소드가 종료되면 Thread는 종료
- 한번 종료한 Thread는 다시 시작시킬 수 없음
- Thread에서 다른 Thread를 강제 종료시킬 수 있음

4. Thread 수명주기

Thread 상태 6 가지
- ✓ NEW
- ✓ RUNNABLE
- ✓ WAITING
- ✓ TIMED_WAITING
- ✓ BLOCK
- ✓ TERMINATED



** wait(), notify(), notifyAll()은
Thread의 메소드가 아니며 Object의 메소드임

5. Daemon Thread

❖백그라운드 상태에서 대기하고 있다가 처리할 요청이 발생하거나 조건 상황이 맞으면 작업을 수행하는 스레드

❖동일한 프로세스 안에서 다른 Thread의 수행을 돕는 보조적인 Thread로 다른 Thread를 서비스 해주면서 Daemon Thread가 아닌 Thread가 모두 종료되면 자신도 자동으로 종료되는 Thread

❖가비지 컬렉터나 메인 Thread가 대표적인 데몬 Thread

❖Thread 객체를 생성하고 setDaemon(true)으로 설정하면 됨

❖Thread가 시작하기 전에 설정해야 함

❖일반적으로 데몬 Thread는 특정 조건을 만족하면 작업을 수행하고 다시 대기하도록 작성

❖응용 프로그램에서 자동저장 기능이나 온라인 게임에서 자동으로 데이터를 전송하는 작업을 데몬 스레드로 작성

❖데몬 Thread안에서 Thread를 생성한다면 이 Thread 역시 데몬 Thread

실습(Thread3.java)

```
public class Thread3
{
	public static void main(String args[]){
		Thread t = new Thread(){
			public void run()
			{
				try{
					System.out.println("데몬 Thread 시작");
					sleep(10000);
					System.out.println("데몬 Thread 종료");

				}
				catch (Exception e)
				{ }
			}
		};
		//t.setDaemon(true);
		t.start();
		System.out.println("메인 함수 종료");
	}
}
```

실습(AutoSave.java)

```
public class AutoSave implements Runnable {
	static boolean autoSave = false;

	public void run() {
		while (true) {
			try {
				Thread.sleep(3 * 1000);
			} catch (InterruptedException e) {
			}

			if (autoSave) {
				autoSave();
			}
		}
	}

	public void autoSave() {
		System.out.println("작업파일이 자동저장되었습니다.");
	}
}
```

실습(AutoSaveMain.java)

```
public class AutoSaveMain {
	public static void main(String[] args) {
		Thread t = new Thread(new AutoSave());
		t.setDaemon(true);			// 이 부분이 없으면 종료되지 않는다.
		t.start();

		for(int i=1; i <= 20; i++) {
			try{
				Thread.sleep(1000);
			} catch(InterruptedException e) {}
			System.out.println(i);

			if(i==5)
				AutoSave.autoSave = true;
		}
		System.out.println("프로그램을 종료합니다.");
	}
}
```

6. 우선 순위

❖2개 이상의 Thread가 동작 중일 때 우선 순위를 부여하여 우선 순위가 높은 Thread에게 실행의 우선권을 부여 가능

❖우선 순위를 지정하기 위한 상수를 제공

- ✓ static final int MAX_PRIORITY 우선순위 10 – 가장 높은 우선 순위
- ✓ static final int MIN_PRIORITY 우선순위 1 – 가장 낮은 우선 순위
- ✓ static final int NORM_PRIORITY 우선순위 5 – 보통의 우선 순위

❖Thread 우선 순위 접근자 메소드

- ✓ void setPriority(int priority)
- ✓ int getPriority()

❖main() Thread의 우선 순위 값은 초기에 NORM_PRIORITY

❖자식 Thread는 부모 Thread와 동일한 우선순위 값을 가지고 탄생

❖JVM의 스케쥴링 정책

- ✓ 철저한 우선 순위 기반
- ✓ 가장 높은 우선 순위의 Thread가 우선적으로 스케쥴링
- ✓ 동일한 우선 순위의 Thread는 돌아가면서 스케쥴링(라운드 로빈)

❖파일 입출력이나 네트워크 전송 등의 CPU 사용이 작은 작업은 우선순위를 낮게 하고 연산작업처럼 CPU 사용이 빈번한 경우에는 우선순위를 높여주는 것을 권장

실습(ThreadPriority.java)

```
public class ThreadPriority extends Thread {
	ThreadPriority(String str)
	{
		super(str);
	}
	public void run()
	{
		try {
			for (int i=0 ; i<10 ; i++) {
				Thread.sleep(1000);
				System.out.println(getName() + i + "번째 수행");
			}
		}
		catch(InterruptedException e)
		{
			e.printStackTrace();
		}
	}
}
```

실습(PriorityMain.java)

```
public class PriorityMain
{
    public static void main(String args[])
    {
        ThreadPriority t1 = new ThreadPriority("우선 순위가 낮은 Thread");
        ThreadPriority t2 = new ThreadPriority("우선 순위가 높은 Thread");
        t1.setPriority(Thread.MIN_PRIORITY);
        t2.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);
        t1.start();
        t2.start();
    }
}
```

7. Thread 그룹

❖서로 관련된 Thread를 하나의 그룹으로 묶어서 사용하기 위한 개념

❖지금은 배열이나 컬렉션을 이용하는 것을 권장 – 몇몇 메소드가 제대로 동작하지 않는 경우가 발생하는 경우가 있음

❖ThreadGroup 객체를 생성한 후 Thread 클래스의 생성자에 대입

❖JVM은 기본적으로 main Thread 그룹과 system Thread 그룹을 생성

실습(ThreadGroup.java)

```
public class GroupThread {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadGroup main = Thread.currentThread().getThreadGroup();
        ThreadGroup group1 = new ThreadGroup("그룹1");
        ThreadGroup group2 = new ThreadGroup("그룹2");

        Thread th1 = new Thread(group1, "Thread1");
        Thread th2 = new Thread("Thread2");
        Thread th3 = new Thread(group2, "Thread3");

        th1.start();
        th2.start();
        th3.start();

        System.out.println("실행 중인 Thread 그룹의 개수: " + main.activeGroupCount());
        System.out.println("실행 중인 Thread 개수: " + main.activeCount());
    }
}
```

8.Thread 실행제어

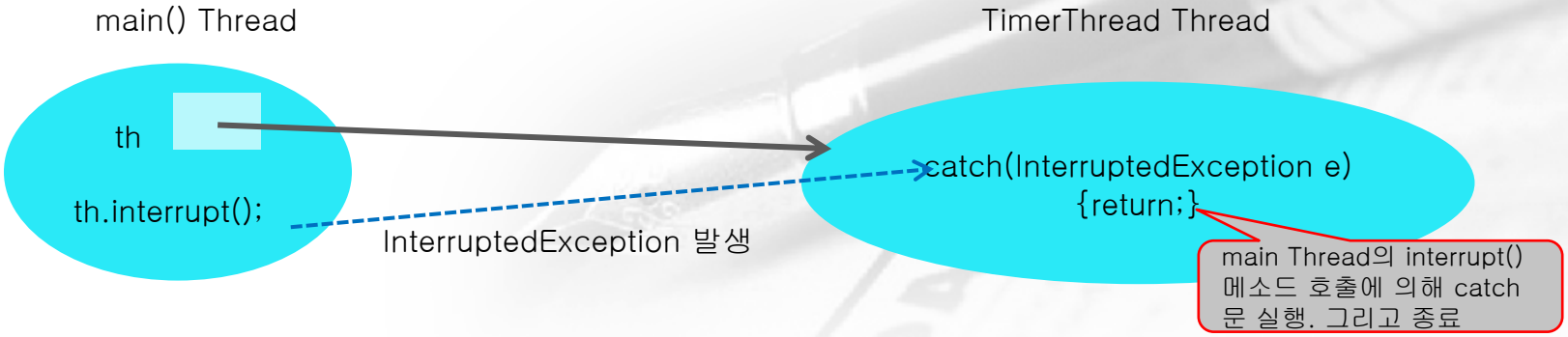
- ❖ 스스로 종료
  - ✓ run() 메소드 리턴
- ❖ 다른 Thread에서 강제 종료: interrupt() 메소드를 호출하면 호출 당하는 Thread에 InterruptedException을 발생시킴
- ❖ 호출당하는 스레드의 run 메소드 안에서 예외처리 구문을 만들고 return 을 하면 됩니다.

```
public static void main(String [] args) {
   TimerThread th = new  TimerThread();
   th.start();

   th.interrupt(); // TimerThread 강제 종료
}
```

```
class TimerThread extends Thread {
   int n = 0;
   public void run() {
      while(true) {
         System.out.println(n); // 화면에 카운트 값 출력
         n++;
          try {
            sleep(1000);
         }
         catch(InterruptedException e){
            return; // 예외를 받고 스스로 리턴하여 종료
         }
      }
   }
}
```

만일 return 하지 않으면 Thread는 종료하지 않음



실습(ThreadInterrupt.java)

```
public class ThreadInterrupt extends Thread {
	ThreadInterrupt(String str)
	{
		super(str);
	}
	public void run()
	{
		try {
			for (int i=0 ; i<10 ; i++) {
				Thread.sleep(1000);
				System.out.println(getName() + i + "번째 수행");
			}
		}
		catch(InterruptedException e)
		{
			System.out.println("Thread 강제 종료");
			return;
		}
	}

}
```

실습(InterruptMain.java)

```
public class InterruptMain {
	public static void main(String args[]){
		ThreadInterrupt th = new ThreadInterrupt("Thread");
		th.start();
		try{
			Thread.sleep(3000);
		}
		catch(InterruptedException e)
		{}
		th.interrupt();
	}
}
```

8.Thread 실행제어

- void join(long millis, int nanos): 지정된 시간동안 스레드를 실행
- void suspend(): Thread를 일시 정지시키는 메소드로 resume()에 의해 다시 시작
- void resume():일시 정지된 Thread를 다시 시작
- void yield(): 다른 Thread에게 실행 상태를 양보하고 자신은 준비 상태로 변경

실습(ThreadYield.java)

```
class ThreadA extends Thread {
	public boolean stop = false;
	public boolean work = true;
	public void run() {
		while(!stop) {
			if(work) {
				System.out.println("ThreadA 작업 내용");
				try {
					Thread.sleep(1000);
				} catch (InterruptedException e) {
					e.printStackTrace();
				}
			} else {
				Thread.yield();
			}
		}
		System.out.println("ThreadA 종료");
	}
}
```

```
ThreadA 작업 내용
ThreadB 작업 내용
ThreadB 작업 내용
ThreadA 작업 내용
ThreadA 작업 내용
ThreadB 작업 내용
ThreadB 작업 내용
ThreadB 작업 내용
```

실습(ThreadYield.java)

```
class ThreadB extends Thread {
	public boolean stop = false;
	public boolean work = true;
	public void run() {
		while(!stop) {
			if(work) {
				System.out.println("ThreadB 작업 내용");
				try {
					Thread.sleep(1000);
				} catch (InterruptedException e) {
					e.printStackTrace();
				}
			} else {
				Thread.yield();
			}
		}
		System.out.println("ThreadB 종료");
	}
}
```

실습(ThreadYield.java)

```
public class ThreadYield {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadA threadA = new ThreadA();
        ThreadB threadB = new ThreadB();
        threadA.start();
        threadB.start();

        try { Thread.sleep(3000); } catch (InterruptedException e) {}
        threadA.work = false;

        try { Thread.sleep(3000); } catch (InterruptedException e) {}
        threadA.work = true;

        try { Thread.sleep(3000); } catch (InterruptedException e) {}
        threadA.stop = true;
        threadB.stop = true;
    }
}
```

실습(ThreadJoin.java)

```
class SumThread extends Thread {
	private long sum;

	public long getSum() {
		return sum;
	}

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

	public void run() {
		for(int i=1; i<=100; i++) {
			sum+=i;
			try {
				Thread.sleep(100);
			} catch (InterruptedException e) {
				e.printStackTrace();
			}
		}
	}
}
```

1~100 합: 55

실습(ThreadJoin.java)

```
public class ThreadJoin {
	public static void main(String[] args) {
		SumThread sumThread = new SumThread();
		sumThread.start();
		try {
			sumThread.join(1000);
		} catch (InterruptedException e) {}
		System.out.println("1~100 합: " + sumThread.getSum());
	}
}
```

9. 멀티 Thread

❖멀티 스레드: 어느 한 시점에 2개 이상의 Thread가 동작 중인 경우

❖하나의 프로그램에서 여러 개의 스레드를 사용하게 되면 프로그램의 성능은 우수해 질 가능성이 높지만 하나의 스레드가 실행 중인 경우보다 항상 성능이 우수한 것은 아님

❖멀티 스레드 프로그램의 경우 스레드 사이의 전환이 일어날 때 현재 스레드의 정보를 저장하고 새로운 스레드의 정보를 읽어와야 하는데(Context Switching – 문맥교환) 이 작업으로 인한 오버헤드가 발생하기 때문에 성능이 저하될 수 도 있음

❖CPU를 무조건 사용해야 하는 연산작업을 하나의 CPU를 사용하는 컴퓨터에서 멀티 스레드로 수행한다면 속도는 저하될 가능성이 높음

❖멀티 스레드 프로그램은 공유자원 문제도 고려

9. 멀티 Thread

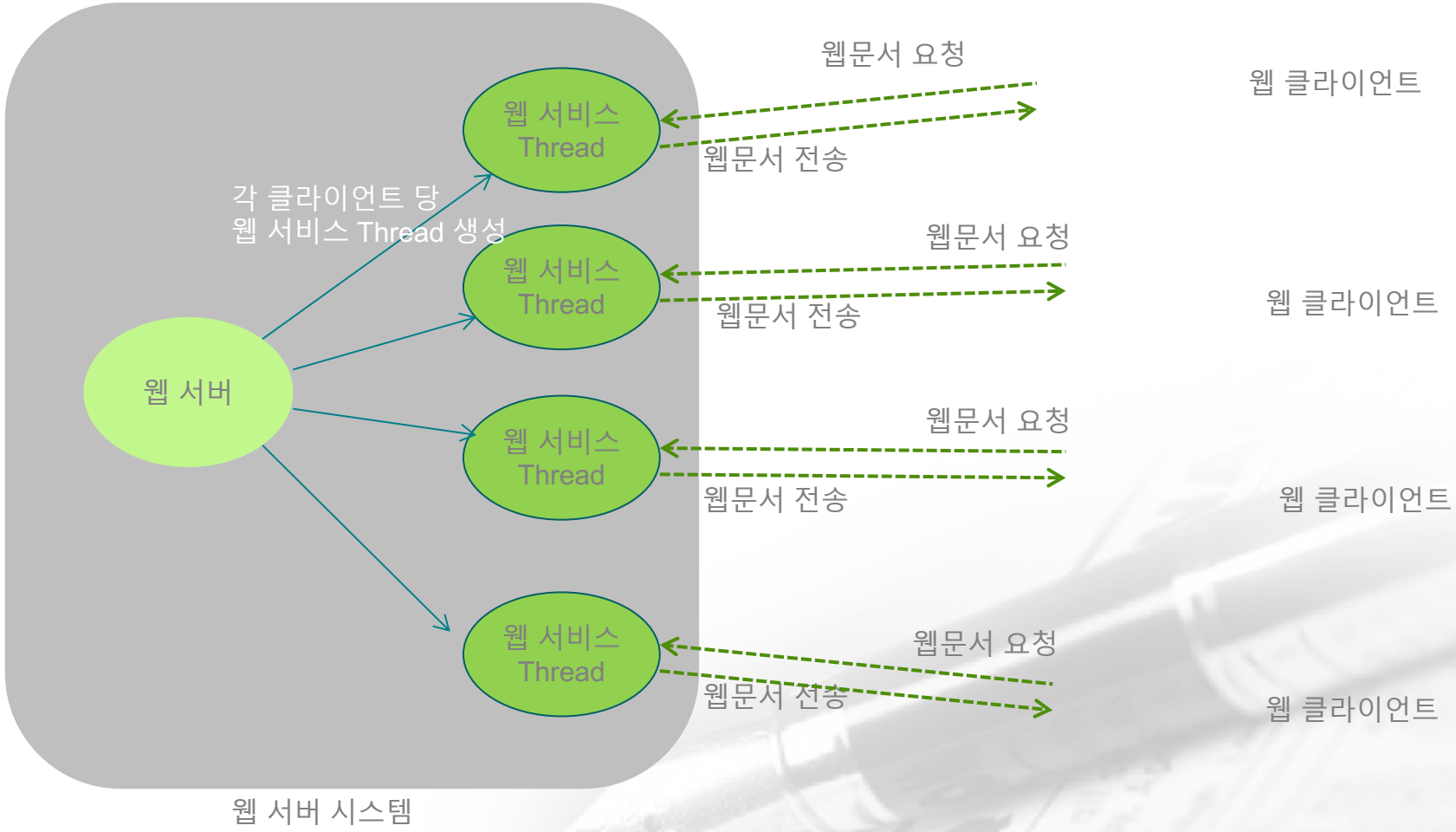
❖멀티 Thread에서 발생할 수 있는 공유 자원 사용의 문제점

- ✓ 임계영역(critical section)에서 공유자원의 상호배제 문제
  - 공유 자원을 사용하는 코드영역을 임계영역
  - 임계영역에서는 공유 자원을 동시에 수정할 수 없도록 상호 배타(Mutual Exclusion)적으로 실행될 수 있도록 작성되어야 함

- ✓ Dead Lock 문제
  - 멀티 Thread를 사용할 때 주의할 점 중의 하나로 Thread를 잘못 만들면 프로그램의 수행이 이루어 지지 않고 무한대기하는 Dead Lock을 발생할 수 있음

- ✓ 생산자와 소비자 문제
  - 공유 자원을 사용할 때 순서의 문제

9. 멀티 Thread


웹문서 요청
웹 클라이언트
웹 서비스 Thread
웹문서 전송
각 클라이언트 당
웹 서비스 Thread 생성
웹문서 요청
웹 서비스 Thread
웹 클라이언트
웹문서 전송
웹 서버
웹문서 요청
웹 서비스 Thread
웹문서 전송
웹 클라이언트
웹문서 요청
웹 서비스 Thread
웹문서 전송
웹 클라이언트
웹 서버 시스템

9. 멀티 Thread

❖공유자원의 사용문제 해결 방안 – 상호배제(Mutual Exclusion)

- ✓ 변수에 volatile을 적용하는 방법 : 32비트 시스템에서 64비트 데이터를 이용하는 경우
- ✓ 공유 자원에 접근하는 메소드의 결과형 앞에 synchronized 추가
  - 메소드를 동기화
- ✓ 공유 자원을 사용하는 영역을 synchronized(객체명)의 블록으로 지정
  - 블록 내부의 내용만 동기화

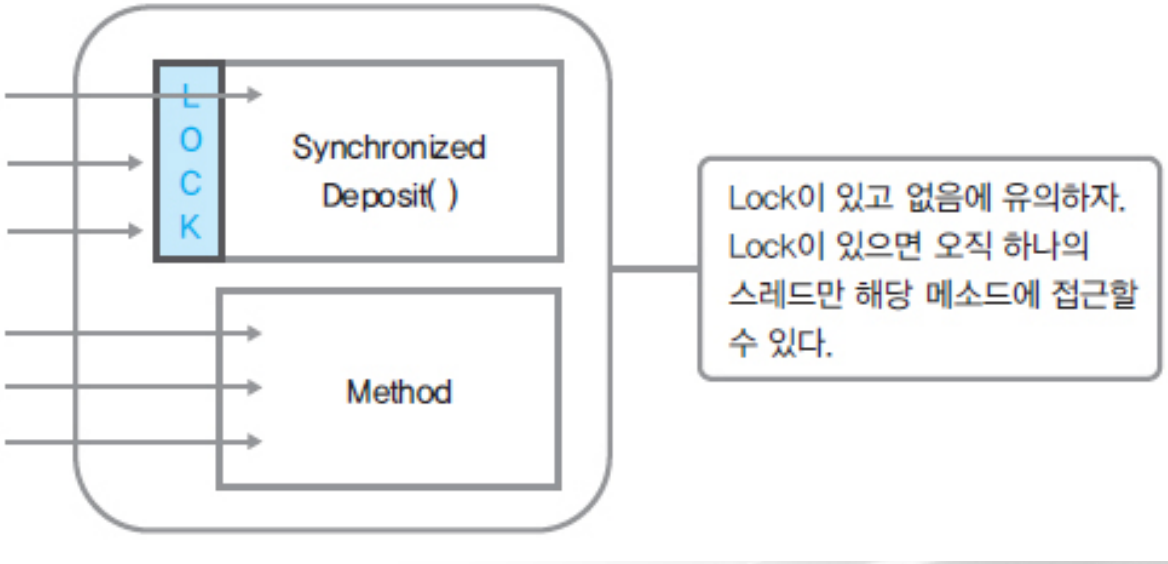
9. 멀티 Thread

❖volatile: 특정 변수의 읽고 쓰기 작업에 대해 원자성을 보장해주는 예약어

- ✓ JVM은 데이터를 32비트 단위로 읽고 쓰기를 수행하는데 32비트 이하의 크기 데이터는 무조건 한번에 읽어서 작업을 수행
- ✓ long이나 double 처럼 32비트 이상의 크기의 변수에 읽고 쓰기 작업을 하는 경우 읽고 쓰기의 원자성을 장담할 수 없음
- ✓ 읽고 쓰기 작업을 수행 하는 도중 다른 작업이 끼어 들 수 있는데 읽고 쓰기 작업 도중 다른 작업이 끼어들지 못하도록 하고자 할 때 이 예약어를 사용
- ✓ 이 예약어가 지정된 변수는 읽고 쓰기 작업을 하는 도중에 다른 작업이 끼어들 수 없음

9. 멀티 Thread

- 메소드의 결과형 앞에 synchronized를 추가하면 동기화 메소드를 만들 수 있는 데 이렇게 동기화 메소드를 만들면 이 메소드는 자기 자신의 객체에 Lock을 만들어서 메소드를 호출하는 경우에 Lock을 채워서 다른 스레드가 이 메소드를 호출할 수 없도록 하고 수행이 종료되면 Lock을 해제해서 다른 스레드가 메소드를 호출할 수 있도록 함



실습(ShareData.java)

```
public class ShareData implements Runnable {
	private int result;
	private int idx;

	public int getResult() {
		return result;
	}

	private void sum()  {
		for (int i = 0; i < 10000; i++) {
			idx++;
			try {
				Thread.sleep(1);
			} catch (InterruptedException e) {
			}
			result += idx;
		}
	}
	@Override
	public void run() {
		sum();
	}
}
```

실습(ShareDataMain.java)

```
public class ShareDataMain {
	public static void main(String[] args) {
		ShareData share = new ShareData();
		Thread th1 = new Thread(share);
		Thread th2 = new Thread(share);

		th1.start();
		th2.start();

		try{
			Thread.sleep(30000);
		}
		catch(Exception e){}

		System.out.println("res:" + share.getResult());
	}
}
```

9. 멀티 Thread

- synchronized method
  - ✓ sum 메소드에 synchronized를 붙이지 않으면 수행결과가 이상한 값을 출력하는 경우가 발생하는데 2개의 스레드가 idx 값을 공유해서 수정하기 때문인데 하나의 스레드가 idx의 값을 수정하기 위해서 사용 중인데 다른 스레드가 idx를 수정해서 발생하는 현상
  - ✓ 메소드의 수행이 종료될 때 까지 다른 스레드가 끼어들지 못하도록 할 수 있는데 이 때 메소드의 return type 앞에 synchronized를 붙이면 메소드가 호출 중에서는 다른 스레드가 이 메소드를 수행할 수 없게 됨
- synchronized block
  - ✓ synchronized(공유 객체){ 내용; }을 작성하면 블록 내에서는 공유 객체에 lock을 설정해서 동시에 수정할 수 없도록 만들어 줌
  - ✓ 하나의 스레드가 블록 내에 진입을 하게 되면 다른 스레드는 블록 안에 진입할 수 없게 됨

실습(ShareData.java 수정)

```
private void sum() {
        for (int i = 0; i < 10000; i++) {
                synchronized (this) {
                        idx++;
                        try {
                                Thread.sleep(1);
                        } catch (InterruptedException e) {
                        }
                        result += idx;
                }
        }
}
```

9. 멀티 Thread

❖생산자와 소비자는 동시에 자원을 사용할 수 있지만 생산자가 자원을 생산해 주어야만 소비자가 자원을 소비할 수 있음

❖소비자가 생산자가 자원을 생산해주기 전에 자원을 사용하려고 하면 자원이 없어서 문제가 발생하는데 이러한 문제를 해결해주기 위해서 java.lang.Object 클래스에Thread 사이의 통신을 위한 3개의 메소드를 제공

❖wait() 메소드: Thread 수행 중 이 메소드를 만나면 가지고 있는 lock을 양보하고 대기상태로 진입

- ✓ void wait() throws InterruptedException – 계속 대기 상태
- ✓ void wait(long msec) throws InterruptedException – 대기 상태
- ✓ void wait(long msec, int nsec) throws InterruptedException – 계속 대기 상태
- ✓ msec와 nsec는 대기 시간을 의미
- ✓ notify(): 대기 상태의 Thread중에서 하나의 Thread 를 수행
- ✓ notifyAll(): 대기 상태의 모든 Thread 를 수행
- ✓ 위의 메소드는 synchronized 블록이나 메소드 안에서만 사용이 가능한데 만일 위 메소드를 사용하는 영역이 synchronized 블록이나 메소드가 아니면 java.lang.IllegalMonitorStateException이 발생

실습(Product.java)

```
import java.util.*;
class Product{
	List<Character> vec;
	Product(){
		vec=new ArrayList<Character>();
	}
	public void put(char ch){
		vec.add(new Character(ch));
		System.out.print("창고에 제품"+ch+"가 입고 되었습니다.₩n");
		try{
			Thread.sleep(1000);
		}
		catch (Exception e){ }
		System.out.print("재고수량:"+vec.size()+"₩n");
	}
	public char get(){
		Character ch=(Character)vec.remove(0);
		System.out.print("창고에서 제품"+ch+"가 출고 되었습니다"+"₩n");
		System.out.print("재고수량:"+vec.size()+"₩n");
		return ch.charValue();
	}
}
```

실습(Producer.java)

```
class Producer extends Thread
{
	private Product myW;
	public Producer(Product vec)
	{
		myW=vec;
	}
	public void run()
	{
		for(char ch='A'; ch<='Z'; ch++)
		{
			System.out.println("생산자가 제품"+ch+"을(를) 생산했습니다.");
			myW.put(ch);
		}
	}
}
```

실습(Customer.java)

```
class Customer extends Thread
{
	private Product myW;
	public Customer(Product vec)
	{
		myW = vec;
	}
	public void run()
	{
		char ch;
		for(int i=1; i<=26; i++)
		{
			ch=myW.get();
			System.out.println("소비자가 제품"+ch+"을(를) 소비했습니다.");
		}
	}
}
```

ProducerConsumerProblem

```
public class ProducerConsumerProblem
{
    public static void main(String args[])
    {
        Product Obj=new Product();
        Producer p=new Producer(Obj);
        Customer c=new Customer(Obj);

        p.start();
        c.start();
    }
}
```

실습(Product.java 수정)

```
import java.util.*;
class Product{
    ArrayList <Character> vec;
    Product(){
        vec=new ArrayList<Character>();
    }
    synchronized void put(char ch){
        while(vec.size()==5){
            try{ wait(); }
            catch(InterruptedException e){}
        }
        vec.add(new Character(ch));
        System.out.print("창고에 제품"+ch+"가 입고 되었습니다.₩n");
        try{ Thread.sleep(1000);          }
        catch (Exception e){}
        System.out.print("창고에 제품"+ch+"가 입고 되었습니다.₩n");
        System.out.print("재고수량:"+vec.size()+"₩n");
        notifyAll();
    }
```

실습(Product.java 수정)

```
    synchronized char get(){
        while(vec.size()==0){
            try{
                wait();
            }
            catch(InterruptedException E)
            {}
        }
        Character ch=(Character)vec.remove(0);
        try{
            Thread.sleep(1000);
        }
        catch (Exception e)
        {}
        System.out.print("창고에서 제품"+ch+"가 출고 되었습니다"+"₩n");
        System.out.print("재고수량:"+vec.size()+"₩n");
        notifyAll();
        return ch.charValue();
    }
}
```

9. 멀티 Thread

❖DeadLock: 결코 발생할 수 없는 사건을 무한정 기다리는 것

❖대부분 동기화된 메소드에서 다른 동기화된 메소드를 호출하거나 동기화된 블록을 만들기 때문

❖DeadLock을 예방하기 위해서는 동기화된 메소드 또는 블록에서 다른 동기화된 메소드 또는 블록을 호출하지 않는 것이 바람직

실습(DeadLock.java)

```
public class DeadLock
{
   private Object lock1 = new Object();
   private Object lock2 = new Object();
   void instanceMethod1()
   {
      synchronized(lock1)
      {
         synchronized(lock2)
         {
            System.out.println("first thread in instanceMethod1");
         }
      }
   }
```

실습(DeadLock.java)

```
void instanceMethod2()
  {
     synchronized(lock2)
     {
        synchronized(lock1)
        {
           System.out.println("second thread in instanceMethod2");
        }
     }
  }
}
```

실습(DeadLockMain.java)

```
public class DeadLockMain {
	public static void main(String[] args) {
		final DeadLock dl = new DeadLock();
		Runnable r1 = new Runnable() {
			@Override
			public void run() {
				while (true)
					dl.instanceMethod1();
			}
		};
		Thread thdA = new Thread(r1);
		Runnable r2 = new Runnable() {
			@Override
			public void run() {
				while (true)
					dl.instanceMethod2();
			}
		};
		Thread thdB = new Thread(r2);
		thdA.start();
		thdB.start();
	}
}
```

10. 동시성 유틸리티

❖jdk 1.5 버전부터는 멀티스레드 애플리케이션 개발을 용이하게 위한 클래스와 인터페이스로 구성된 동시성 유틸리티를 추가

❖java.util.concurrent, java.util.concurrent.atomic, java.util.concurrent.locks 패키지

❖java.lang 패키지에 있는 Thread 관련 클래스들을 하위 레벨의 스레딩 API라고 하고 위 3개 패키지에 속한 클래스나 인터페이스은 상위 레벨의 스레딩 API

❖병렬 작업 처리가 많아지면 스레드 개수가 증가하게 되고 그에 따른 스레드 생성과 스케줄링으로 인하여 CPU가 바빠져서 실제 작업을 처리하는 시간보다 다른 부분을 처리하기 위한 시간이 늘어나는 경우가 발생하게 되서 애플리케이션의 성능이 저하

❖병렬 작업의 폭증으로 인한 스레드의 폭증을 막으려면 ThreadPool을 사용해야 함

❖작업 처리에 사용되는 스레드를 제한된 개수만큼 정해 놓고 작업 큐에 들어오는 작업을 하나씩 처리하는 방식으로 작업 처리가 끝난 스레드는 다시 작업 큐에서 새로운 작업을 가져와 처리하는 방식

❖ThreadPool을 이용하게 되면 작업 처리 요청이 폭증하더라도 스레드의 전체 개수가 늘어나지는 않기 때문에 애플리케이션의 성능이 급격히 저하되지는 않음

❖자바 1.5에서는 이러한 ThreadPool을 생성하고 사용할 수 있도록 java.util.concurrent 패키지에서 ExecutorService 인터페이스와 Excutors 클래스를 제공

❖ java.util.concurrent.TimeUnit : 시간 단위를 나타내는 열거형 상수로 DAYS, HOURS, MICROSECONDS, MILLISECONDS, MINUTES, NANOSECONDS, SECONDS 가 있음

10. 동시성 유틸리티

❖java.util.concurrent.Executors : 자바 1.5에서 기본적으로 제공하는 ExecutorService 인터페이스를 구현한 객체를 생성해서 리턴하는 메소드를 제공하는 유틸리티 클래스

- ✓ ExecutorService newFixedThreadPool(int) : 지정한 갯수만큼 Thread를 가질 수 있는 ThreadPool을 생성하는데 스레드가 아무 일도 하지 않더라도 제거되지 않음
- ✓ ExecutorService newCachedThreadPool() : 재사용이 가능한 ThreadPool을 생성하는데 실행 가능한 스레드의 개수는 int의 최대값 만큼이며 스레드가 60초 동안 아무일도 하지 않으면 제거
- ✓ ExecutorService newSingleThreadExecutor() : 단일 Thread만을 사용하는 ExecutorService 를 생성
- ✓ ScheduledExecutorService newScheduledThreadPool(int) : 스케줄링 가능한 ThreadPool 을 생성
- ✓ ScheduledExecutorService newSingleThreadScheduledExecutor() : 단일 Thread만을 사용하는 스케줄 가능한 ExecutorService 를 생성

❖ new ThreadPoolExecutor(코어 스레드 개수, 최대 스레드 개수, 유휴 시간, 시간단위, 작업 큐)를 이용해서 ExecutorService 객체 생성 가능

❖ Runtime 클래스의 availableProcessors()를 호출하면 현재 컴퓨터의 코어 수를 알 수 있음

10. 동시성 유틸리티

❖java.util.concurrent.ExecutorService : Executor의 하위 인터페이스로서 생명주기(shutdown(), shutdownNow())를 관리할 수 있는 기능과 Callable이 구현된 객체를 사용할 수 있는 기능을 정의하고 있는 인터페이스

- ✓ shutdown() : 중지(shutdown) 명령을 내리는 것으로 대기중인 작업은 실행되지만 새로운 작업은 추가되지 않음
- ✓ List<Runnable> shutdownNow() : 현재 실행 중인 모든 작업 및 대기 중인 작업 모두를 중지시키는 메소드로 대기중인 작업 목록을 반환
- ✓ boolean isShutdown() : Executor가 중지(shutdown)가 되었는지 여부를 판단해서 반환
- ✓ boolean isTerminated() : 모든 작업이 종료되었는지 여부를 판단해서 리턴
- ✓ boolean awaitTermination(long, TimeUnit) : 중지(shutdown) 명령을 내린 후, 지정한 시간 동안 모든 작업이 종료될 때까지 대기하는 메소드로 지정한 시간 이내에 작업이 종료되면 true, 아니면 false를 반환
- ✓ + <T> Future<T> submit(Callable<T> task) : 결과 값을 반환할 수 있는 Callable 작업을 실행

10. 동시성 유틸리티

❖작업순서

✓ Executors의 static 메소드를 이용해서 ExecutorService 객체를 생성

```
ExecutorService executor =
Executors.newFixedThreadPool(Runtime.getRuntime().availableProcessors());
```

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

ExecutorService executor = new ThreadPoolExecutor(코어 스레드 개수, 최대 스레드 개수, 유휴 시간, 시간단위, 작업 큐)

✓ ExecutorService 객체의 submit 메소드에 스레드 객체를 추가

실습(MyThread.java)

```
public class MyThread implements Runnable {
	private int i;

	MyThread(int i) {
		this.i = i;
	}

	public void run() {
		try {
			Thread.sleep(1000);
		} catch (InterruptedException e) {
			e.printStackTrace();
		}
		System.out.println("나는 Thread:" + i);
	}
}
```

실습(MyThreadMainClass.java)

```
public class MyThreadMain {
	public static void main(String argv[]) throws Exception {
		ExecutorService executor = Executors.newFixedThreadPool(3);
		int i = 0;

		while (!executor.isShutdown()) {
			executor.submit(new MyThread(i++));
			if (i > 10) {
				try {
					executor.shutdown();
					boolean b = executor.awaitTermination(30,
	TimeUnit.SECONDS);
					System.out.println("남은 작업이 있다면 30초 동안 처
	리 한 후 종료합니다.");
					System.out.println("b:" + b);
					executor.shutdownNow();
				} catch (InterruptedException e) {
					e.printStackTrace();
				}
			}
		}
	}
}
```

10. 동시성 유틸리티

❖java.util.concurrent.Callable : 자바 1.5에서 제공하는 클래스로 결과를 리턴할 수 있는 call 이라는 메소드를 제공하는 스레드 인터페이스 – Thread의 run 메소드와 유사

❖Runnable 인터페이스의 run 메소드는 결과를 리턴할 수 없지만 Callable 인터페이스의 call 메소드는 리턴 값이 있으므로 싱글톤 클래스를 생성해서 데이터를 공유할 필요가 없음

V call() throws Exception

❖Future<V>: Executors 에 submit 할 때 Callable 인터페이스를 implements 한 객체를 사용한 경우 결과를 받기 위한 클래스

- ✓ V get(): Callable 작업의 실행이 완료될 때 까지 블록킹되며 완료되면 그 결과값을 리턴
- ✓ V get(long timeout, TimeUnit unit): 지정한 시간 동안 작업의 실행 결과를 기다리고 지정한 시간 내에 수행이 완료되면 그 결과값을 리턴하지만 대기 시간이 초과되면 TimeoutException을 발생시킴
- ✓ boolean cancel(boolean mayInterruptIfRunning): 작업을 취소
- ✓ boolean isCancelled(): 작업이 정상적으로 완료되기 이전에 취소되었을 경우 true를 리턴
- ✓ boolean isDone(): 작업이 완료되었다면 true를 리턴

10. 동시성 유틸리티

❖Future

- ✓ 작업 결과가 아니고 작업이 완료될 때까지 기다렸다가 최종 결과를 얻는데 사용하는 클래스
- ✓ Future의 get()을 호출하면 스레드가 작업을 완료할 때까지 블로킹되었다가 작업을 완료하면 처리결과를 리턴
- ✓ 이 방식을 블로킹을 사용하는 작업 완료 통보 방식
- ✓ 스레드 작업 처리 도중 예외가 발생하면 get()은 null을 리턴

실습(CallThread.java)

```
import java.util.concurrent.Callable;

public class CallThread implements Callable<Integer> {

	private int total;
	private int n;

	public CallThread(int n){
		this.n = n;
	}

	public Integer call() throws Exception {
		for (int i = 1; i <= n; i++) {
			total += i;
		}
		Thread.sleep(n);
		return total;
	}
}
```

실습(CallThreadMain.java)

```
public class CallThreadMain {
	public static void main(String[] args) {
		ExecutorService executorService = Executors.newFixedThreadPool(3);
		Future<Integer> f1 = executorService.submit(new CallThread(100));
		Future<Integer> f2 = executorService.submit(new CallThread(20000));
		Future<Integer> f3 = executorService.submit(new CallThread(17800));
		Future<Integer> f4 = executorService.submit(new CallThread(2000));
		Future<Integer> f5 = executorService.submit(new CallThread(12000));
		Future<Integer> f6 = executorService.submit(new CallThread(80));
		try {
		System.out.printf("[%s] 1에서 100까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f1", f1.get());
		System.out.printf("[%s] 1에서 20000까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f2", f2.get());
		System.out.printf("[%s] 1에서 17800까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f3", f3.get());
		System.out.printf("[%s] 1에서 2000까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f4", f4.get());
		System.out.printf("[%s] 1에서 12000까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f5", f5.get());
		System.out.printf("[%s] 1에서 80까지의 총 합은 %d입니다.%n", "f6", f6.get());
		executorService.shutdown();
		} catch (Exception e) {
			System.out.println(e.getMessage());
			e.printStackTrace();
		}
	}
}
```

10. 동시성 유틸리티

❖java.util.concurrent.locks 패키지를 통해서 새로운 형태의 동기화 방식을 지원

❖synchronized 대신에 ReentrantLock이라는 클래스를 이용해서 Lock을 취득해서 Lock을 해제할 때 까지 Lock이 있는 블록에 접근이 안되도록 지원

❖wait 메소드 대신에 await() 메소드를 제공하고 notify() 대신에 signal() 메소드 notifyAll() 대신에 signalAll() 메소드를 제공

❖위의 메소드들은 ReentrantLock 클래스 기반의 동기화를 제공해야 하고 ReentrantLock 객체의 newCondition()이라는 메소드를 호출해서 얻어낸 Condition 객체를 이용해서 사용

실습(ShareDataEx.java)

```
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

public class ShareDataEx implements Runnable {
	private int result;
	private int idx;
	static final ReentrantLock sLock = new ReentrantLock();
	public int getResult() {
		return result;
	}

	private void sum()  {
		for (int i = 0; i < 10000; i++) {
			sLock.lock();
			idx++;
			try {
				Thread.sleep(1);
			} catch (InterruptedException e) {
			}
			result += idx;
			sLock.unlock();
		}
	}
```

실습(ShareDataEx.java)

```
        @Override
        public void run() {
                sum();
        }
}
```

실습(ShareDataExMain.java)

```
public class ShareDataExMain {
	public static void main(String[] args) {
		ShareData share = new ShareData();
		Thread th1 = new Thread(share);
		Thread th2 = new Thread(share);

		th1.start();
		th2.start();

		try{
			Thread.sleep(30000);
		}
		catch(Exception e){}

		System.out.println("res:" + share.getResult());
	}
}
```

실습(ProductEx.java)

```
import java.util.*;
import java.util.concurrent.locks.*;

class ProductEx {
    ArrayList<Character> vec;
    static final ReentrantLock sLock = new ReentrantLock();
    Condition putCondition = sLock.newCondition();

    Product() {
        vec = new ArrayList<Character>();
    }
```

실습(ProductEx.java)

```
put(char ch) {
        sLock.lock();
        while (vec.size() == 5) {
                try {
                        putCondition.await();
                } catch (InterruptedException e) {
                }
        }
        System.out.println("생산자가 제품" + ch + "을(를) 생산했습니다.");
        try {
                Thread.sleep(1000);
        } catch (Exception e) {
        }
        vec.add(new Character(ch));
        System.out.print("창고에 제품" + ch + "가 입고 되었습니다.₩n");
        System.out.print("재고수량:" + vec.size() + "₩n");
        putCondition.signalAll();
        sLock.unlock();
}
```

실습(ProductEx.java)

```
    char get() {
        sLock.lock();
        while (vec.size() == 0) {
            try {
                putCondition.await();
            } catch (InterruptedException E) {
            }
        }
        try {
            Thread.sleep(1000);
        } catch (Exception e) {}
        Character ch = (Character) vec.remove(0);
        System.out.print("창고에서 제품" + ch + "가 출고 되었습니다" + "₩n");
        System.out.print("재고수량:" + vec.size() + "₩n");
        putCondition.signalAll();
        sLock.unlock();
        return ch.charValue();
    }
}
```

10. 동시성 유틸리티

❖java.util.concurrent.Semaphore: 상호배제를 하면서 동시에 수행할 수 있는 Thread의 개수를 설정할 수 있는 클래스

❖Executors는 상호배제와는 무관하게 동시에 수행할 수 있는 Thread 풀을 생성

❖생성자

- ✓ Semaphore(int permits): 동시 수행 개수 지정

❖메소드

- ✓ acquire(): 리소스를 확보하는 메소드 리소스에 빈자리가 생겼을 경우 바로 Thread가 acquire 메소드로부터 곧바로 돌아오게 되고 세마포어 내부에서는 리소스의 수가 하나 감소하며 리소스에 빈자리가 없을 경우 쓰레드는 acquire 메소드 내부에서 블록
- ✓ release() – 리소스를 해제하는 메소드로 세마포어 내부에서는 리소스가 하나 증가하며 acquire 메소드 안에서 대기중인 Thread가 있으면 그 중 한 개가 깨어나 acquire 메소드로부터 돌아올 수 있음

실습(SemaphoreThread.java)

```
import java.util.concurrent.Semaphore;

class SemaphoreThread implements Runnable {
    Semaphore sem;
    String msg;

    SemaphoreThread(Semaphore s, String m) {
      sem = s;
      msg = m;
     }

    public void run() {
        try {
            sem.acquire();
            System.out.println(msg);
            Thread.sleep(10000);
        } catch (Exception exc) {
            System.out.println("예외 발생");
        }
        sem.release();
    }
}
```

실습(SemaphoreMain.java)

```
import java.util.concurrent.Semaphore;

public class SemaphoreMain {
  public static void main(String args[]) throws Exception {
    Semaphore sem = new Semaphore(3);
    Thread thrdA = new Thread(new SemaphoreThread(sem, "Message 1"));
    Thread thrdB = new Thread(new SemaphoreThread(sem, "Message 2"));
    Thread thrdC = new Thread(new SemaphoreThread(sem, "Message 3"));
    Thread thrdD = new Thread(new SemaphoreThread(sem, "Message 4"));

    thrdA.start();
    thrdB.start();
    thrdC.start();
    thrdD.start();

  }
}
```

11. 타이머

❖public class Timer extends Object

- ✓ 백그라운드 thread로 실행되는 태스크를 1회 또는 정기적으로 반복해 실행되도록 스케쥴링 해주는 클래스
- ✓ 생성자
  - Timer(): 새로운 타이머를 작성
  - Timer (boolean isDaemon): demon으로 실행되는 타이머
  - Timer (String name): 지정된 이름의 thread를 가지는 타이머
  - Timer (String name, boolean isDaemon): 지정된 이름의 thread를 가지는 새로운 타이머
- ✓ 메소드
  - void cancel(): 현재 스케줄 되고 있는 태스크를 파기해서 타이머를 종료
  - void schedule (TimerTask task, Date time): 지정한 시간으로 지정한 태스크가 실행되도록 스케줄
  - void schedule (TimerTask task, Date firstTime, long period): 지정한 태스크가 지정한 시간에 개시되어 period를 가지고 반복
  - void schedule (TimerTask task, long delay): 지정한 지연 후에 지정한 태스크가 실행되도록 스케줄
  - void schedule (TimerTask task, long delay, long period): 지정한 태스크가, 지정한 지연 후에 개시되어 period를 가지고 반복

11. 타이머

- TimerTask 클래스
  - ✓ public abstract class TimerTask extends Object implements Runnable
  - ✓ Timer 에 해 1 회 또는 반복해 실행하도록 스케줄 되는 태스크
  - ✓ 생성자
    - protected TimerTask () - 새로운 타이머 태스크가 작성
  - ✓ 메소드
    - boolean cancel(): 이 타이머 태스크를 취소합니다.
    - abstract void run(): 이 타이머 태스크에 해 실행되는 액션
    - long scheduledExecutionTime (): 이 태스크의 최근 실행 시간을 리턴(이 메소드가 태스크의 실행 중에 불려 갔을 경우 리턴 값은 진행 중의 태스크 실행의 스케줄 된 실행 시간)

실습(TimerTest.java)

```
import java.util.Timer;
import java.util.TimerTask;
class MyTask extends TimerTask {
  public void run() {
    System.out.println("타이머 호출");
  }
}
```

실습(TimerTest.java)

```
import java.util.Timer;

public class TimerTest {
	public static void main(String args[]) {
		MyTask task = new MyTask();
		Timer timer = new Timer();
		timer.schedule(task, 1000, 500);
		try {
			Thread.sleep(5000);
		} catch (InterruptedException exc) {
		}
		timer.cancel();
	}
}
```

12. 병렬처리

❖Fork & Join 프레임워크

- ✓ JDK 1.7에 추가된 API로 하나의 작업을 여러 개의 작은 단위로 나누어서 여러 개의 스레드로 처리 할 수 있도록 해주는 API
- ✓ 수행 할 작업의 리턴 여부에 따라 RecursiveAction(리턴 값이 없는 경우) 또는 RecursiveTask(리턴 값이 있는 경우)로 부터 상속받는 클래스를 만들어서 compute 메소드를 구현
- ✓ 위의 작업이 끝나면 ForkJoinPool 클래스를 이용해서 스레드 풀 객체를 생성
- ✓ ForkJoinPool 객체의 invoke 메소드에 RecursiveAction이나 RecursiveTask 객체를 생성해서 대입하면 작업을 나누어서 처리
- ✓ compute 메소드를 구현할 때는 작업을 어떤 식으로 나누어 처리할 것인지를 정의해야 함

실습(PartialTask.java)

```
import java.util.concurrent.RecursiveTask;

//start부터 n까지의 합계를 분할해서 실행하는 클래스
public class PartialTask extends RecursiveTask<Integer> {
	private static final long serialVersionUID = 1L;

	private int n;
	private int start;

	public PartialTask(int start, int n){
		this.start = start;
		this.n = n;
	}
```

실습(PartialTask.java)

```
private int sum(){
        int result = 0;
        for(int i=start; i<=n; i++){
                result += i;
        }
        return result;
}
```

실습(PartialTask.java)

```
    @Override
    protected Integer compute() {
        int size = n - start;
        if(size < 10)
            return sum();
        int half = (n+start)/2;
        PartialTask left = new PartialTask(start, half);
        PartialTask right = new PartialTask(half+1, n);
        left.fork();
        return right.compute() + left.join();
    }
}
```

실습(ParallelMain.java)

```
import java.util.concurrent.ForkJoinPool;

public class PartialMain {
	public static void main(String[] args) {
		PartialTask task = new PartialTask(1, 100);
		ForkJoinPool pool = new ForkJoinPool();
		int r = pool.invoke(task);
		System.out.println(r);
	}
}
```

연습문제

1. Thread 클래스로 부터 상속받는 클래스를 생성(ThreadEx)해서 1부터 10까지의 숫자를 1초마다 출력하는 스레드 클래스를 생성하시오.

2. Runnable 인터페이스를 implements 한 클래스(RunnableImpl)를 생성해서 Thread Programming이라는 문자열을 1초마다 10번 출력하는 클래스를 생성하시오.

3. main 메소드를 생성하고 1, 2에서 만든 클래스의 인스턴스를 이용해서 스레드로 동작 시키시오.

4. Hello Anonymous를 1초마다 10번 출력하는 스레드를 Runnable 인터페이스를 구현한 Anonymous Class로 만들어서 동작시키는 코드를 위의 main 메소드에 작성하시오.