

2025년 상반기 K-디지털 트레이닝

스트림 요소 처리

[KB] IT's Your Life



스트림이란?

🗸 스트림

- Java 8부터 컬렉션 및 배열의 요소를 반복 처리하기 위해 스트림 사용
- 요소들이 하나씩 흘러가면서 처리된다는 의미

```
Stream(String> stream = list.stream();
stream.forEach( item -> //item 처리 );
```

- List 컬렉션의 stream() 메소드로 Stream 객체를 얻고, forEach() 메소드로 요소를 어떻게 처리할지를 람다식으로 제공
- o 스트림과 Iterator 차이점
 - 1) 내부 반복자이므로 처리 속도가 빠르고 병렬 처리에 효율적
 - 2) 람다식으로 다양한 요소 처리를 정의
 - 3) 중간 처리와 최종 처리를 수행하도록 파이프 라인을 형성

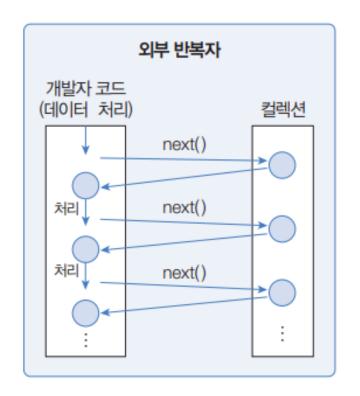
스트림이란?

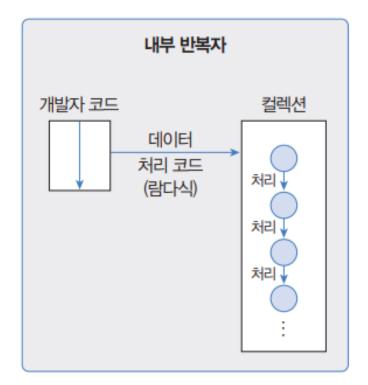
StreamExample.java

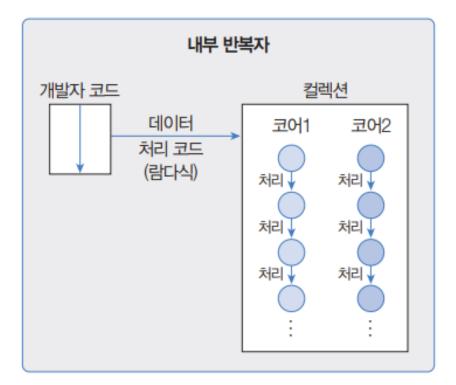
```
package ch17.sec01;
import java.util.HashSet;
import java.util.Iterator;
import java.util.Set;
import java.util.stream.Stream;
public class StreamExample {
 public static void main(String[] args) {
   //Set 컬렉션 생성
   Set<String> set = new HashSet< >();
   set.add("홍길동");
   set.add("신용권");
   set.add("감자바");
   //Stream을 이용한 요소 반복 처리
   Stream<String> stream = set.stream();
   stream.forEach( name -> System.out.println(name) );
                                          홍길동
                                          신용권
                                          감자바
```

내부 반복자

- 요소 처리 방법을 컬렉션 내부로 주입시켜서 요소를 반복 처리
- 개발자 코드에서 제공한 데이터 처리 코드(람다식)를 가지고 컬렉션 내부에서 요소를 반복 처리
- 내부 반복자는 멀티 코어 CPU를 최대한 활용하기 위해 요소들을 분배시켜 병렬 작업 가능





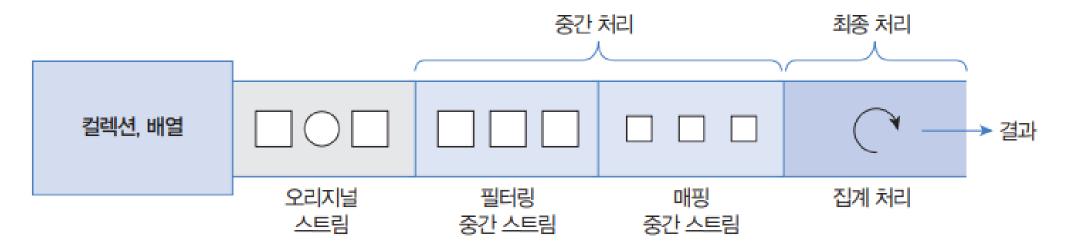


ParallelStreamExample.java

```
package ch17.sec02;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.stream.Stream;
public class ParallelStreamExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<String> list = new ArrayList< >();
   list.add("홍길동");
                                                  박병렬: ForkJoinPool.commonPool-worker-2
   list.add("신용권");
                                                  신용권: ForkJoinPool.commonPool-worker-1
   list.add("감자바");
                                                  홍길동: ForkJoinPool.commonPool-worker-3
   list.add("람다식");
                                                  람다식: ForkJoinPool.commonPool-worker-2
   list.add("박병렬");
                                                  감자바: main
   //병렬 처리
   Stream<String> parallelStream = list.parallelStream();
   parallelStream.forEach( name -> {
    System.out.println(name + ": " + Thread.currentThread().getName());
   } );
```

스트림 파이프라인

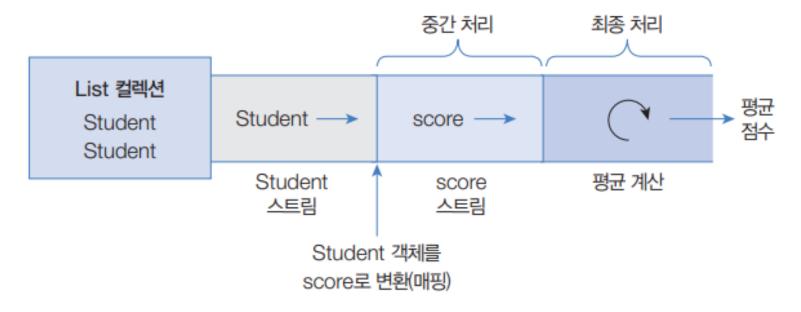
○ 컬렉션의 오리지널 스트림 뒤에 필터링 중간 스트림이 연결될 수 있고, 그 뒤에 매핑 중간 스트림이 연결될 수 있음



○ 오리지널 스트림과 집계 처리 사이의 중간 스트림들은 최종 처리를 위해 요소를 걸러내거나(필터링), 요소를 변환시키거나(매핑), 정렬하는 작업을 수행

스트림 파이프라인

최종 처리는 중간 처리에서 정제된 요소들을 반복하거나, 집계(카운팅, 총합, 평균) 작업을 수행



```
//Student 스트림
Stream(Student> studentStream = list.stream();
//score 스트림
IntStream scoreStream = studentStream.mapToInt( student -> student.getScore() );
                                        Student 객체를 getScore() 메소드의 리턴값으로 매핑
//평균 계산
double avg = scoreStream.average().getAsDouble();
```

○ 스트림 파이프라인

○ 메소드 체이닝 패턴

```
double avg = list.stream()
  .mapToInt(student -> student.getScore())
  .average()
  .getAsDouble();
```

Student.java

```
package ch17.sec03;
public class Student {
 private String name;
 private int score;
 public Student (String name, int score) {
   this.name = name;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public int getScore() { return score; }
```

홍길동 신용권 감자바

StreamPipeLineExample.java

```
package ch17.sec03;
import java.util.Arrays;
import java.util.List;
public class StreamPipeLineExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Student> list = Arrays.asList(
      new Student("홍길동", 10),
      new Student("신용권", 20),
      new Student("유미선", 30)
      );
   //방법1
   Stream<Student> studentStream = list.stream();
   //중간 처리(학생 객체를 점수로 매핑)
   IntStream scoreStream = studentStream.mapToInt(student -> student.getScore());
   //최종 처리(평균 점수)
   double avg = scoreStream.average().getAsDouble();
   System.out.println("평균 점수: " + avg);
```

평균 점수: 20.0

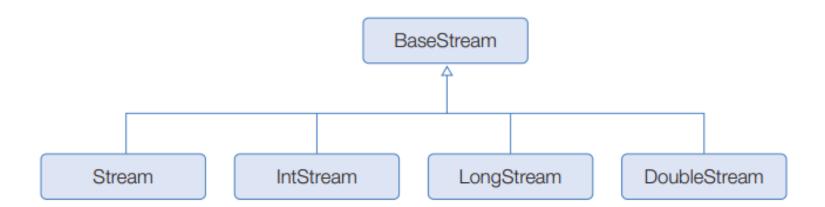
StreamPipeLineExample.java

```
//방법2
double avg = list.stream()
   .mapToInt(student -> student.getScore())
   .average()
   .getAsDouble();
System.out.println("평균 점수: " + avg);
```

평균 점수: 20.0

☑ 스트림 인터페이스

- o java.util.stream 패키지에는 BaseStream 인터페이스를 부모로 한 자식 인터페이스들은 상속 관계
- BaseStream에는 모든 스트림에서 사용할 수 있는 공통 메소드들이 정의



○ 스트림 인터페이스

리턴 타입	메소드(매개변수)	소스
Stream(T)	java.util.Collection.stream() java.util.Collection.parallelStream()	List 컬렉션 Set 컬렉션
Stream(T) IntStream LongStream DoubleStream	Arrays.stream(T[]), Stream.of(T[]) Arrays.stream(int[]), IntStream.of(int[]) Arrays.stream(long[]), LongStream.of(long[]) Arrays.stream(double[]), DoubleStream.of(double[])	배열
IntStream	IntStream.range(int, int) IntStream.rangeClosed(int, int)	int 범위
LongStream	LongStream.range(long, long) LongStream.rangeClosed(long, long)	long 범위
Stream(Path)	Files.list(Path)	디렉토리
Stream(String)	Files.lines(Path, Charset)	텍스트 파일
DoubleStream IntStream LongStream	Random.doubles() Random.ints() Random.longs()	랜덤 수

☑ 컬렉션으로부터 스트림 얻기

○ java.util.Collection 인터페이스는 스트림과 parallelStream() 메소드를 가지고 있어 자식 인터페이스인 List와 Set 인터페이스를 구현한 모든 컬렉션에서 객체 스트림을 얻을 수 있음

리턴 타입	메소드(매개변수)	소스
Stream(T)	java.util.Collection.stream() java.util.Collection.parallelStream()	List 컬렉션 Set 컬렉션

Product.java

```
package ch17.sec04.exam01;
@AllArgsConstructor
@Data
public class Product {
 private int pno;
 private String name;
 private String company;
 private int price;
```

StreamExample.java

```
package ch17.sec04.exam01;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.stream.Stream;
public class StreamExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<Product> list = new ArrayList<>();
   for(int i=1; i<=5; i++) {
     Product product = new Product(i, "상품"+i, "멋진회사", (int)(10000*Math.random()));
     list.add(product);
                                                  {pno:1, name:상품1, company:멋진회사, price:6188}
   //객체 스트림 얻기
                                                  {pno:2, name:상품2, company:멋진회사, price:2510}
   Stream<Product> stream = list.stream();
                                                  {pno:3, name:상품3, company:멋진회사, price:9932}
   stream.forEach(p -> System.out.println(p));
                                                  {pno:4, name:상품4, company:멋진회사, price:4317}
                                                  {pno:5, name:상품5, company:멋진회사, price:170}
```

♡ 배열로부터 스트림 얻기

○ java.util.Arrays 클래스로 다양한 종류의 배열로부터 스트림을 얻을 수 있음

리턴 타입	메소드(매개변수)	소스
Stream(T) IntStream	Arrays.stream(T[]), Stream.of(T[]) Arrays.stream(int[]), IntStream.of(int[])	
LongStream	Arrays.stream(long[]), LongStream.of(long[])	배열
DoubleStream	Arrays.stream(double[]), DoubleStream.of(double[])	

StreamExample.java

```
package ch17.sec04.exam02;
import java.util.Arrays;
import java.util.stream.IntStream;
import java.util.stream.Stream;
public class StreamExample {
 public static void main(String[] args) {
   String[] strArray = { "홍길동", "신용권", "김미나"};
   Stream<String> strStream = Arrays.stream(strArray);
   strStream.forEach(item -> System.out.print(item + ","));
   System.out.println();
   int[] intArray = { 1, 2, 3, 4, 5 };
   IntStream intStream = Arrays.stream(intArray);
   intStream.forEach(item -> System.out.print(item + ","));
   System.out.println();
                                                 홍길동,신용권,김미나,
                                                  1,2,3,4,5,
```

☑ 숫자 범위로부터 스트림 얻기

○ IntStream 또는 LongStream의 정적 메소드인 range()와 rangeClosed() 메소드로 특정 범위의 정수 스 트림을 얻을 수 있음

리턴 타입	메소드(매개변수)	소스
IntStream	IntStream_range(int, int) IntStream_rangeClosed(int, int)	int 범위
LongStream	LongStream,range(long, long) LongStream,rangeClosed(long, long)	long 범위

StreamExample.java

```
package ch17.sec04.exam03;

import java.util.stream.IntStream;

public class StreamExample {
   public static int sum;

public static void main(String[] args) {
    IntStream stream = IntStream.rangeClosed(1, 100);
    stream.forEach(a -> sum += a);
    System.out.println("善합: " + sum);
   }
}
```

총합: 5050

☑ 파일로부터 스트림 얻기

○ java.nio.file.Files의 lines() 메소드로 텍스트 파일의 행 단위 스트림을 얻을 수 있음

리턴 타입	메소드(매개변수)	소스
Stream (Path)	Files.list(Path)	디렉토리
Stream(String)	Files.lines(Path, Charset)	텍스트 파일

data.txt

```
{"pno":1, "name":"상품1", "company":"멋진회사", "price":1558}
{"pno":2, "name":"상품2", "company":"멋진회사", "price":4671}
{"pno":3, "name":"상품3", "company":"멋진회사", "price":470}
{"pno":4, "name":"상품4", "company":"멋진회사", "price":9584}
{"pno":5, "name":"상품5", "company":"멋진회사", "price":6868}
```

StreamExample.java

```
package ch17.sec04.exam04;
import java.nio.charset.Charset;
import java.nio.file.Files;
import java.nio.file.Path;
import java.nio.file.Paths;
import java.util.stream.Stream;
public class StreamExample {
 public static void main(String[] args) throws Exception {
   Path path = Paths.get(StreamExample.class.getResource("data.txt").toURI());
   Stream<String> stream = Files.lines(path, Charset.defaultCharset());
   stream.forEach(line -> System.out.println(line) );
   stream.close();
           {"pno":1, "name":"상품1", "company":"멋진회사", "price":1558}
           {"pno":2, "name":"상품2", "company":"멋진회사", "price":4671}
           {"pno":3, "name":"상품3", "company":"멋진회사", "price":470}
```

{"pno":4, "name":"상품4", "company":"멋진회사", "price":9584} {"pno":5, "name":"상품5", "company":"멋진회사", "price":6868}

5 **요소 걸러내기(필터링)**

☑ 필터링

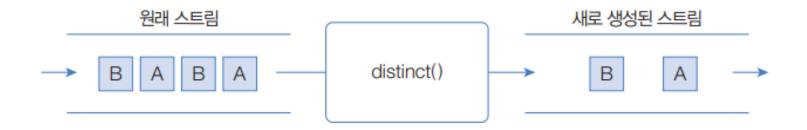
○ 필터링은 요소를 걸러내는 중간 처리 기능

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
Stroom	distinct()	− 중복 제거
Stream IntStream LongStream DoubleStream	filter(Predicate(T)) filter(IntPredicate) filter(LongPredicate) filter(DoublePredicate)	- 조건 필터링 - 매개 타입은 요소 타입에 따른 함수형 인터페이스이므로 람다식으로 작성 가능

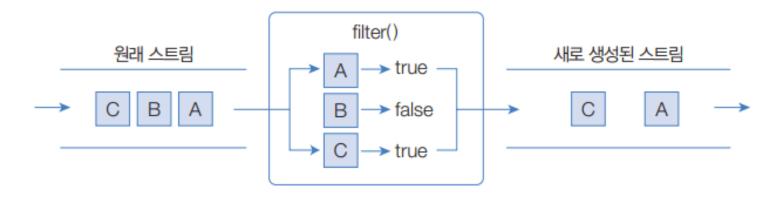
5 요소 걸러내기(필터링)

필터링

o distinct() 메소드: 요소의 중복을 제거



○ filter() 메소드: 매개값으로 주어진 Predicate가 true를 리턴하는 요소만 필터링

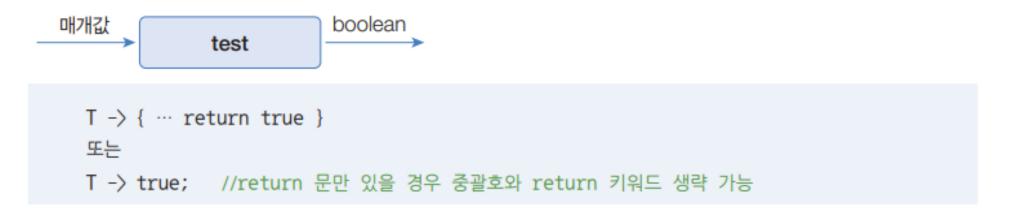


☑ 필터링

o Predicate: 함수형 인터페이스

С	인터페이스	추상 메소드	설명
	Predicate(T)	boolean test(T t)	객체 T를 조사
	IntPredicate	boolean test(int value)	int 값을 조사
	LongPredicate	boolean test(long value)	long 값을 조사
	DoublePredicate	boolean test(double value)	double 값을 조사

○ 모든 Predicate는 매개값을 조사한 후 boolean을 리턴하는 test() 메소드를 가지고 있다.



5 요소 걸러내기(필터링)

FilteringExample.java

```
package ch17.sec05;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
public class FilteringExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<String> list = new ArrayList<>();
   list.add("홍길동");
   list.add("신용권");
   list.add("감자바");
   list.add("신용권");
   list.add("신민철");
```

FilteringExample.java

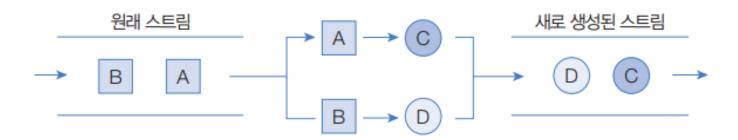
```
//중복 요소 제거
list.stream()
 .distinct()
 .forEach(n -> System.out.println(n));
System.out.println();
//신으로 시작하는 요소만 필터링
list.stream()
 .filter(n -> n.startsWith("신"))
                                                        홍길동
 .forEach(n -> System.out.println(n));
                                                        신용권
System.out.println();
                                                        감자바
                                                        신민철
//중복 요소를 먼저 제거하고, 신으로 시작하는 요소만 필터링
list.stream()
                                                        신용권
 .distinct()
                                                        신용권
 .filter(n -> n.startsWith("신"))
                                                        신민철
 .forEach(n -> System.out.println(n));
                                                        신용권
                                                        신민철
```

☑ 매핑

- 스트림의 요소를 다른 요소로 변환하는 중간 처리 기능
- o 매핑 메소드: mapXxx(), asDoubleStream(), asLongStream(), boxed(), flatMapXxx() 등

💟 요소를 다른 요소로 변환

o mapXxx() 메소드: 요소를 다른 요소로 변환한 새로운 스트림을 리턴



매핑

ㅇ 주요 메소드

리턴 타입	메소드(매개변수)	요소 -> 변환 요소
Stream(R)	map(Function(T, R))	T→R
IntStream	mapToInt(ToIntFunction(T))	T → int
LongStream	mapToLong(ToLongFunction(T))	T → long
DoubleStream	mapToDouble(ToDoubleFunction(T))	T –> double
	mapToObj(IntFunction(U))	int –> U
Stream(U)	mapToObj(LongFunction(U))	long → U
	mapToObj(DoubleFunction(U))	double −> U
DoubleStream	mapToDouble(IntToDoubleFunction)	int -> double
DoubleStream	mapToDouble(LongToDoubleFunction)	long -> double
IntStream	mapToInt(DoubleToIntFunction)	double −> int
LongStream	mapToLong(DoubleToLongFunction)	double -> long

맵핑

o 매개타입인 Function은 함수형 인터페이스

인터페이스	추상 메소드	매개값 -> 리턴값
Function(T,R)	R apply(T t)	T→R
IntFunction(R)	R apply(int value)	int → R
LongFunction〈R〉	R apply(long value)	long → R
DoubleFunction(R)	R apply(double value)	double −> R
ToIntFunction⟨T⟩	int applyAsInt(T value)	T → int
ToLongFunction(T)	long applyAsLong(T value)	T → long
ToDoubleFunction(T)	double applyAsDouble(T value)	T → double
IntToLongFunction	long applyAsLong(int value)	int -> long
IntToDoubleFunction	double applyAsDouble(int value)	int -> double
LongToIntFunction	int applyAsInt(long value)	long → int
LongToDoubleFunction	double applyAsDouble(long value)	long → double
DoubleToIntFunction	int applyAsInt(double value)	double −> int
DoubleToLongFunction	long applyAsLong(double value)	double −> long

☑ 매핑

○ 모든 Function은 매개값을 리턴값으로 매핑(변환)하는 applyXxx() 메소드를 가짐

```
매개값 applyXxx()

T → { ··· return R; }
또는
T → R; //return 문만 있을 경우 중괄호와 return 키워드 생략 가능
```

요소 변환(매핑)

Student.java

```
package ch17.sec06.exam01;
public class Student {
 private String name;
 private int score;
 public Student(String name, int score) {
   this.name = name;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public int getScore() { return score; }
```

MapExample.java

```
package ch17.sec06.exam01;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
public class MapExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<Student> studentList = new ArrayList<>();
   studentList.add(new Student("홍길동", 85));
   studentList.add(new Student("홍길동", 92));
   studentList.add(new Student("홍길동", 87));
   //Student를 score 스트림으로 변환
   studentList.stream()
     .mapToInt(s -> s.getScore())
     .forEach(score -> System.out.println(score));
```

```
85
92
87
```

☑ 매핑

○ 기본 타입 간의 변환이거나 기본 타입 요소를 래퍼(Wrapper) 객체 요소로 변환하려면 간편화 메소 드를 사용할 수 있음

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
LongStream	asLongStream()	int → long
DoubleStream	asDoubleStream()	int → double long → double
Stream(Integer) Stream(Long) Stream(Double)	boxed()	int –>Integer long –> Long double –> Double

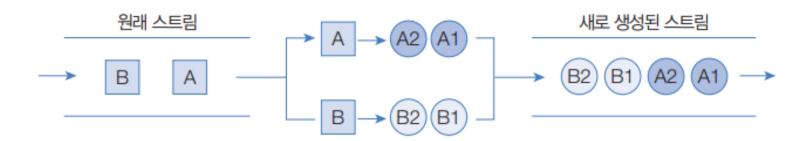
요소 변환(매핑)

MapExample.java

```
package ch17.sec06.exam02;
import java.util.Arrays;
import java.util.stream.IntStream;
public class MapExample {
 public static void main(String[] args) {
   int[] intArray = { 1, 2, 3, 4, 5};
   IntStream intStream = Arrays.stream(intArray);
                                                                       1.0
   intStream
                                                                       2.0
     .asDoubleStream()
                                                                       3.0
     .forEach(d -> System.out.println(d));
                                                                      4.0
                                                                       5.0
   System.out.println();
   intStream = Arrays.stream(intArray);
   intStream
     .boxed()
     .forEach(obj -> System.out.println(obj.intValue()));
```

요소를 복수 개의 요소로 변환

○ flatMapXxx() 메소드: 하나의 요소를 복수 개의 요소들로 변환한 새로운 스트림을 리턴



리턴 타입	메소드(매개변수)	요소 -> 변환 요소
Stream(R)	flatMap(Function(T, Stream(R)))	T –> Stream⟨R>
DoubleStream	flatMap(DoubleFunction⟨DoubleStream⟩) double -> DoubleStr	
IntStream	flatMap(IntFunction(IntStream))	int → IntStream
LongStream	flatMap(LongFunction⟨LongStream⟩) long → LongStream	
DoubleStream	flatMapToDouble(Function(T, DoubleStream))	T -> DoubleStream
IntStream	flatMapToInt(Function(T, IntStream))	T -> InputStream
LongStream	flatMapToLong(Function(T, LongStream))	T -> LongStream

FlatMappingExample.java

```
package ch17.sec06.exam03;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.List;
public class FlatMappingExample {
 public static void main(String[] args) {
   //문장 스트림을 단어 스트림으로 변환
   List<String> list1 = new ArrayList< >();
   list1.add("this is java");
   list1.add("i am a best developer");
   list1.stream()
       .flatMap(data -> Arrays.stream(data.split(" ")))
       .forEach(word -> System.out.println(word));
   System.out.println();
```

```
this
is
java
am
best
developer
```

FlatMappingExample.java

```
//문자열 숫자 목록 스트림을 숫자 스트림으로 변환
List<String> list2 = Arrays.asList("10, 20, 30", "40, 50");
list2.stream()
   .flatMapToInt(data -> {
      String[] strArr = data.split(",");
      int[] intArr = new int[strArr.length];
      for (int i = 0; i < strArr.length; i++) {
        intArr[i] = Integer.parseInt(strArr[i].trim());
      return Arrays.stream(intArr);
   })
.forEach(number -> System.out.println(number));
                                                               10
                                                               20
                                                               30
                                                               40
                                                               50
```

☑ 정렬

○ 요소를 오름차순 또는 내림차순으로 정렬하는 중간 처리 기능

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
Stream(T)	sorted()	Comparable 요소를 정렬한 새로운 스트림 생성
Stream(T)	sorted(Comparator(T))	요소를 Comparator에 따라 정렬한 새 스트림 생성
DoubleStream	sorted()	double 요소를 올림차순으로 정렬
IntStream	sorted()	int 요소를 올림차순으로 정렬
LongStream	sorted()	long 요소를 올림치순으로 정렬

🧿 Comparable 구현 객체의 정렬

○ 스트림의 요소가 객체일 경우 객체가 Comparable을 구현하고 있어야만 sorted() 메소드를 사용하여 정렬 가능. 그렇지 않다면 ClassCastException 발생

```
public Xxx implements Comparable {
...
Stre
```

```
List<Xxx> list = new ArrayList<>();
Stream<Xxx> stream = list.stream();
Stream<Xxx> orderedStream = stream.sorted();
```

ㅇ 내림차순 정렬

■ Comparator.reverseOrder() 메서드가 리턴하는 Comparator를 제공

```
Stream<Xxx> reverseOrderedStream = stream.sorted(Comparator.reverseOrde());
```

Student.java

```
package ch17.sec07.exam01;
public class Student implements Comparable<Student> {
 private String name;
 private int score;
 public Student(String name, int score) {
   this.name = name;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public int getScore() { return score; }
 @Override
 public int compareTo(Student o) {
   return Integer.compare(score, o.score);
```

SortingExample.java

```
package ch17.sec07.exam01;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Comparator;
import java.util.List;
public class SortingExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<Student> studentList = new ArrayList<>();
   studentList.add(new Student("홍길동", 30));
   studentList.add(new Student("신용권", 10));
                                                                 신용권: 10
   studentList.add(new Student("유미선", 20));
                                                                 유미선: 20
                                                                 홍길동: 30
   //점수를 기준으로 오름차순으로 정렬한 새 스트림 얻기
   studentList.stream()
      .sorted( )
      .forEach(s -> System.out.println(s.getName() + ": " + s.getScore()));
   System.out.println();
```

FlatMappingExample.java

```
//점수를 기준으로 내림차순으로 정렬한 새 스트림 얻기
studentList.stream()
   .sorted(Comparator.reverseOrder())
   .forEach(s -> System.out.println(s.getName() + ": " + s.getScore()));
```

```
홍길동: 30
유미선: 20
신용권: 10
```

Comparator를 이용한 정렬

○ 요소 객체가 Comparable을 구현하고 있지 않다면, 비교자를 제공하면 요소를 정렬시킬 수 있음

```
sorted((o1, o2) -> { ··· })
```

- 괄호 안에는 o1이 o2보다 작으면 음수, 같으면 0, 크면 양수를 리턴하도록 작성
- o 1과 o2가 정수일 경우에는 Integer.compare(o1, o2)를, 실수일 경우에는 Double.compare(o1, o2)를 호출해서 리턴값을 리턴 가능

Student.java

```
package ch17.sec07.exam02;
public class Student {
 private String name;
 private int score;
 public Student(String name, int score) {
   this.name = name;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public int getScore() { return score; }
```

SortingExample.java

```
package ch17.sec07.exam02;
public class SortingExample {
 public static void main(String[] args) {
   //List 컬렉션 생성
   List<Student> studentList = new ArrayList<>();
   studentList.add(new Student("홍길동", 30));
   studentList.add(new Student("신용권", 10));
   studentList.add(new Student("유미선", 20));
   //점수를 기준으로 오름차순으로 정렬한 새 스트림 얻기
   studentList.stream()
     .sorted((s1, s2) -> Integer.compare(s1.getScore(), s2.getScore()))
                                                                      신용권: 10
     .forEach(s -> System.out.println(s.getName() + ": " + s.getScore()));
                                                                       유미선: 20
   System.out.println();
                                                                       홍길동: 30
   //점수를 기준으로 내림차순으로 정렬한 새 스트림 얻기
                                                                       홍길동: 30
   studentList.stream()
                                                                       유미선: 20
     .sorted((s1, s2) -> Integer.compare(s2.getScore(), s1.getScore()))
                                                                       신용권: 10
     .forEach(s -> System.out.println(s.getName() + ": " + s.getScore()));
```

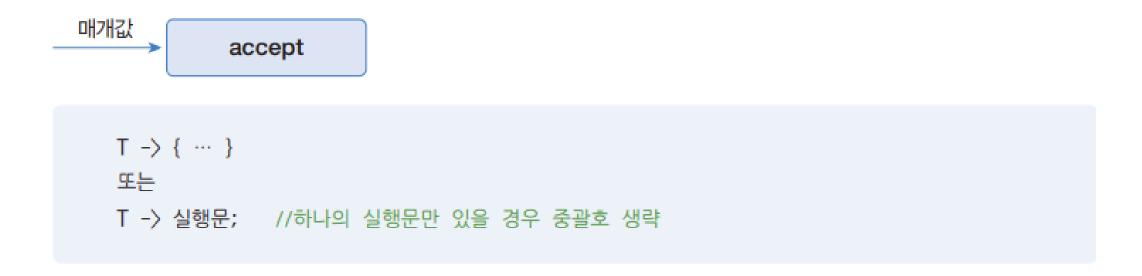
☑ 루핑

○ 스트림에서 요소를 하나씩 반복해서 가져와 처리하는 것

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
Stream(T)	peek(Consumer(? super T)	T 반복
IntStream	peek(IntConsumer action)	int 반복
DoubleStream	peek(DoubleConsumer action)	double 반복
	forEach(Consumer(? super T) action)	T반복
void	forEach(IntConsumer action)	int 반복
	forEach(DoubleConsumer action)	double 반복

☑ 루핑

- o 매개타입인 Consumer는 함수형 인터페이스.
- 모든 Consumer는 매개값을 처리(소비)하는 accept() 메소드를 가지고 있음



요소를 하나씩 처리(루핑)

LoopingExample.java

```
package ch17.sec08;
import java.util.Arrays;
public class LoopingExample {
 public static void main(String[] args) {
   int[] intArr = { 1, 2, 3, 4, 5 };
   //잘못 작성한 경우
   Arrays.stream(intArr)
     .filter(a \rightarrow a\%2==0)
     .peek(n -> System.out.println(n)); //최종 처리가 없으므로 동작하지 않음
   //중간 처리 메소드 peek()을 이용해서 반복 처리
   int total = Arrays.stream(intArr)
        .filter(a \rightarrow a%2==0)
                                                                        2
        .peek(n -> System.out.println(n)) //동작함
        .sum(); //최종 처리
                                                                        총합: 6
   System.out.println("총합: " + total + "\n");
   //최종 처리 메소드 forEach()를 이용해서 반복 처리
   Arrays.stream(intArr)
                                                                        4
      .filter(a \rightarrow a%2==0)
      .forEach(n -> System.out.println(n)); //최종 처리이므로 동작함
```

매칭

- 요소들이 특정 조건에 만족하는지 여부를 조사하는 최종 처리 기능
- allMatch(), anyMatch(), noneMatch() 메소드는 매개값으로 주어진 Predicate가 리턴하는 값에 따라 true 또는 false를 리턴

리턴 타입	메소드(매개변수)	조사 내용
boolean	allMatch(Predicate(T) predicate) allMatch(IntPredicate predicate) allMatch(LongPredicate predicate) allMatch(DoublePredicate predicate)	모든 요소가 만족하는지 여부
boolean	anyMatch(Predicate(T) predicate) anyMatch(IntPredicate predicate) anyMatch(LongPredicate predicate) anyMatch(DoublePredicate predicate)	최소한 하나의 요소가 만족하는지 여부
booean	noneMatch(Predicate T) predicate) noneMatch(IntPredicate predicate) noneMatch(LongPredicate predicate) noneMatch(DoublePredicate predicate)	모든 요소가 만족하지 않는지 여부

MatchingExample.java

```
package ch17.sec09;
import java.util.Arrays;
public class MatchingExample {
 public static void main(String[] args) {
   int[] intArr = { 2, 4,6 };
   boolean result = Arrays.stream(intArr)
     .allMatch(a \rightarrow a%2==0);
   System.out.println("모두 2의 배수인가? " + result);
   result = Arrays.stream(intArr)
     .anyMatch(a \rightarrow a%3==0);
   System.out.println("하나라도 3의 배수가 있는가? " + result);
   result = Arrays.stream(intArr)
                                                           모두 2의 배수인가? true
     .noneMatch(a \rightarrow a%3==0);
                                                           하나라도 3의 배수가 있는가? true
   System.out.println("3의 배수가 없는가? " + result);
                                                           3의 배수가 없는가? false
```

☑ 집계

○ 최종 처리 기능으로 요소들을 처리해서 카운팅, 합계, 평균값, 최대값, 최소값 등 하나의 값으로 산출하는 것

☑ 스트림이 제공하는 기본 집계

○ 스트림은 카운팅, 최대, 최소, 평균, 합계 등을 처리하는 다음과 같은 최종 처리 메소드를 제공

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
long	count()	요소 개수
OptionalXXX	findFirst()	첫 번째 요소
Optional\(\tau\) Optional\(\text{XX}\)	max(Comparator(T)) max()	최대 요소
Optional\(\tau\) Optional\(\times\ti	min(Comparator(T)) min() 최소 요소	
OptionalDouble	average()	요소 평균
int, long, double	sum()	요소 총합

AggregateExample.java

```
package ch17.sec10;
import java.util.Arrays;
public class AggregateExample {
 public static void main(String[] args) {
   //정수 배열
   int[] arr = {1, 2, 3, 4, 5};
   //카운팅
   long count = Arrays.stream(arr)
       .filter(n \rightarrow n\%2==0)
       .count();
   System.out.println("2의 배수 개수: " + count);
   //총합
   long sum = Arrays.stream(arr)
       .filter(n \rightarrow n\%2==0)
       .sum();
   System.out.println("2의 배수의 합: " + sum);
```

2의 배수 개수: 2 2의 배수의 합: 6

AggregateExample.java

```
//평균
double avg = Arrays.stream(arr)
    .filter(n \rightarrow n\%2==0)
    .average()
    .getAsDouble();
System.out.println("2의 배수의 평균: " + avg);
//최대값
int max = Arrays.stream(arr)
    .filter(n \rightarrow n\%2==0)
    .max()
    .getAsInt();
System.out.println("최대값: " + max);
//최소값
int min = Arrays.stream(arr)
    .filter(n \rightarrow n\%2==0)
    .min()
    .getAsInt();
System.out.println("최소값: " + min);
```

```
2의 배수의 평균: 3.0
최대값: 4
최소값: 2
```

AggregateExample.java

```
//첫 번째 요소
int first = Arrays.stream(arr)
    .filter(n -> n%3==0)
    .findFirst()
    .getAsInt();
System.out.println("첫 번째 3의 배수: " + first);
}

첫 번째 3의 배수: 3
```

Optional 클래스

○ Optional, OptionalDouble, OptionalInt, OptionalLong 클래스는 단순히 집계값만 저장하는 것이 아니라, 집계값이 없으면 디폴트 값을 설정하거나 집계값을 처리하는 Consumer를 등록

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
boolean	isPresent()	집계값이 있는지 여부
T double int long	orElse(T) orElse(double) orElse(int) orElse(long)	집계값이 없을 경우 디폴트 값 설정
void	ifPresent(Consumer) ifPresent(DoubleConsumer) ifPresent(IntConsumer) ifPresent(LongConsumer)	집계값이 있을 경우 Consumer에서 처리

Optional 클래스

o isPresent() 메소드가 true를 리턴할 때만 집계값 얻기

```
OptionalDouble optinal = stream
    .average();
if(optional.isPresent()) {
    System.out.println("평균: " + optional.getAsDouble());
} else {
    System.out.println("평균: 0.0");
}
```

Optional 클래스

o orElse() 메소드로 집계값이 없을 경우 대비해서 디폴트 값 정해놓기

```
double avg = stream
    .average()
    .orElse(0,0);
System.out.println("평균: " + avg);
```

o ifPresent() 메소드로 집계값이 있을 경우에만 동작하는 Consumer 람다식 제공하기

```
stream
.average()
.ifPresent(a -> System.out.println("평균: " + a));
```

OptionalExample.java

```
package ch17.sec10;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.OptionalDouble;
public class OptionalExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Integer> list = new ArrayList< >();
   /*//예외 발생(java.util.NoSuchElementException)
   double avg = list.stream()
     .mapToInt(Integer :: intValue)
     .average()
     .getAsDouble();
   */
```

OptionalExample.java

```
//방법1
OptionalDouble optional = list.stream()
  .mapToInt(Integer :: intValue)
  .average();
if(optional.isPresent()) {
 System.out.println("방법1_평균: " + optional.getAsDouble());
} else {
 System.out.println("방법1_평균: 0.0");
//방법2
double avg = list.stream()
  .mapToInt(Integer :: intValue)
  .average()
  .orElse(0.0);
System.out.println("방법2_평균: " + avg);
//방법3
                                                        방법1_평균: 0.0
list.stream()
                                                        방법2_평균: 0.0
  .mapToInt(Integer :: intValue)
  .average()
```

.ifPresent(a -> System.out.println("방법3_평균: " + a));

☑ 스트림이 제공하는 메소드

○ 스트림은 기본 집계 메소드인 sum(), average(), count(), max(), min()을 제공하지만, 다양한 집계 결과물을 만들 수 있도록 reduce() 메소드도 제공

인터페이스	리턴 타입	메소드(매개변수)
Stream	Optional(T)	reduce(BinaryOperator(T) accumulator)
	Т	reduce(T identity, BinaryOperator(T) accumulator)
IntStream	OptionalInt	reduce(IntBinaryOperator op)
intotream	int	reduce(int identity, IntBinaryOperator op)
LongStroom	OptionalLong	reduce(LongBinaryOperator op)
LongStream	long	reduce(long identity, LongBinaryOperator op)
DoubleStream	OptionalDouble	reduce(DoubleBinaryOperator op)
	double	reduce(double identity, DoubleBinaryOperator op)

```
(a, b) → { ··· return 값; }
또는
(a, b) → 값 //return 문만 있을 경우 중괄호와 return 키워드 생략 가능
```

10 요소 커스텀 집계

○ 스트림이 제공하는 메소드

- o reduce()는 스트림에 요소가 없을 경우 예외가 발생하지만,
- identity 매개값이 주어지면 이 값을 디폴트 값으로 리턴

```
int sum = stream
  .reduce((a, b) -> a+b)
  .getAsInt();
```

```
int sum = stream
  .reduce(0, (a, b) -> a+b);
```

11 요소 수집

Student.java

```
package ch17.sec11;

public class Student {
  private String name;
  private int score;

public Student(String name, int score) {
    this.name = name;
    this.score = score;
  }

public String getName() { return name; }
  public int getScore() { return score; }
}
```

ReductionExample.java

```
package ch17.sec11;
public class ReductionExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Student> studentList = Arrays.asList(
       new Student("홍길동", 92),
       new Student("신용권", 95),
       new Student("감자바", 88)
   //방법1
   int sum1 = studentList.stream()
       .mapToInt(Student :: getScore)
       .sum();
   //방법2
   int sum2 = studentList.stream()
          .map(Student :: getScore)
          .reduce(0, (a, b) \rightarrow a+b);
   System.out.println("sum1: " + sum1);
   System.out.println("sum2: " + sum2);
```

sum1: 275 sum2: 275

🗸 필터링한 요소 수집

- o Stream의 collect(Collector<T,A,R> collector) 메소드
 - 필터링 또는 매핑된 요소들을 새로운 컬렉션에 수집하고, 이 컬렉션을 리턴
 - 매개값인 Collector는 어떤 요소를 어떤 컬렉션에 수집할 것인지를 결정
 - 타입 파라미터의 T는 요소, A는 누적기accumulator, 그리고 R은 요소가 저장될 컬렉션

리턴 타입	메소드(매개변수)	인터페이스
R	collect(Collector\T,A,R\rangle collector)	Stream

🗸 필터링한 요소 수집

○ Collector 구현 객체를 얻는 정적 메소드

리턴 타입	메소드	설명
Collector(T, ?, List(T))	toList()	T를 List에 저장
Collector(T, ?, Set(T))	toSet()	T를 Set에 저장
Collector(T, ?, Map(K,U))	toMap(Function(T,K) keyMapper, Function(T,U) valueMapper)	T를 K와 U로 매핑하여 K를 키로, U를 값으로 Map에 저장

■ Student 스트림에서 남학생만 필터링해서 별도의 List 생성

```
List<Student> maleList = totalList.stream()
.filter(s->s.getSex().equals( "남 " )) //남학생만 필터링
.collect(Collectors.toList());
```

💟 필터링한 요소 수집

- Collector 구현 객체를 얻는 정적 메소드
 - Student 스트림에서 이름을 키로, 점수를 값으로 갖는 Map 컬렉션 생성

■ Java 16의 List 컬렉션 얻기

```
List<Student> maleList = totalList.stream()
    .filter(s->s.getSex().equals("남"))
    .toList();
```

Student.java

```
package ch17.sec12.exam01;
public class Student {
 private String name;
 private String sex;
 private int score;
 public Student(String name, String sex, int score) {
   this.name = name;
   this.sex = sex;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public String getSex() { return sex; }
 public int getScore() { return score; }
```

CollectExample.java

```
package ch17.sec12.exam01;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Map;
import java.util.stream.Collectors;
public class CollectExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Student> totalList = new ArrayList< >();
   totalList.add(new Student("홍길동", "남", 92));
   totalList.add(new Student("김수영", "여", 87));
   totalList.add(new Student("감자바", "남", 95));
   totalList.add(new Student("오해영", "여", 93));
   //남학생만 묶어 List 생성
   /*List<Student> maleList = totalList.stream()
       .filter(s->s.getSex().equals("남"))
       .collect(Collectors.toList());*/
   List<Student> maleList = totalList.stream()
       .filter(s->s.getSex().equals("남"))
       .toList();
```

CollectExample.java

```
maleList.stream()
 .forEach(s -> System.out.println(s.getName()));
System.out.println();
//학생 이름을 키, 학생의 점수를 값으로 갖는 Map 생성
Map<String, Integer> map = totalList.stream()
   .collect(
    Collectors.toMap(
      s -> s.getName(), //Student 객체에서 키가 될 부분 리턴
      s -> s.getScore() //Student 객체에서 값이 될 부분 리턴
System.out.println(map);
```

홍길동 감자바

{오해영=93, 홍길동=92, 감자바=95, 김수영=87}

🗸 요소 그룹핑

- o Collectors.groupingBy () 메소드에서 얻은 Collector를 collect() 메소드를 호출할 때 제공
- o groupingBy()는 Function을 이용해서 T를 K로 매핑하고, K를 키로 해 List<T>를 값으로 갖는 Map 컬렉션을 생성

리턴 타입	메소드
Collector(T,?,Map(K,List(T)))	groupingBy(Function(T, K) classifier)



○ "남", "여"를 키로 설정하고 List<Student>를 값으로 갖는 Map 생성

```
Map<String, List<Student>> map = totalList.stream()
    .collect(
    Collectors.groupingBy(s -> s.getSex()) //그룹핑 키 리턴
    );
```

Student.java

```
package ch17.sec12.exam02;
public class Student {
 private String name;
 private String sex;
 private int score;
 public Student(String name, String sex, int score) {
   this.name = name;
   this.sex = sex;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public String getSex() { return sex; }
 public int getScore() { return score; }
```

CollectExample.java

```
package ch17.sec12.exam02;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Map;
import java.util.stream.Collectors;
public class CollectExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Student> totalList = new ArrayList< >();
   totalList.add(new Student("홍길동", "남", 92));
   totalList.add(new Student("김수영", "여", 87));
   totalList.add(new Student("감자바", "남", 95));
   totalList.add(new Student("오해영", "여", 93));
   Map<String, List<Student>> map = totalList.stream()
     .collect(
      Collectors.groupingBy(s -> s.getSex())
     );
```

✓ CollectExample.java

```
List<Student> maleList = map.get("남");
    maleList.stream().forEach(s -> System.out.println(s.getName()));
    System.out.println();

List<Student> femaleList = map.get("여");
    femaleList.stream().forEach(s -> System.out.println(s.getName()));
}

}
```

```
홍길동
감자바
김수영
오해영
```

🗸 요소 그룹핑

- o Collectors.groupingBy() 메소드
 - 그룹핑 후 매핑 및 집계(평균, 카운팅, 연결, 최대, 최소, 합계)를 수행할 수 있도록 두 번째 매개값인 Collector를 가질 수 있음
 - Collector를 얻을 수 있는 Collectors의 정적 메소드

리턴 타입	메소드(매개변수)	설명
Collector	mapping(Function, Collector)	매핑
Collector	averagingDouble(ToDoubleFunction)	평균값
Collector	counting()	요소 수
Collector	maxBy(Comparator)	최대값
Collector	minBy(Comparator)	최소값
Collector	reducing(BinaryOperator(T)) reducing(T identity, BinaryOperator(T))	커스텀 집계 값

Student.java

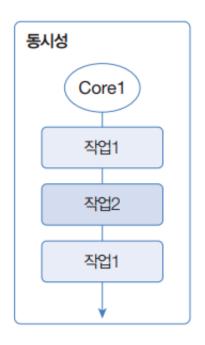
```
package ch17.sec12.exam03;
public class Student {
 private String name;
 private String sex;
 private int score;
 public Student(String name, String sex, int score) {
   this.name = name;
   this.sex = sex;
   this.score = score;
 public String getName() { return name; }
 public String getSex() { return sex; }
 public int getScore() { return score; }
```

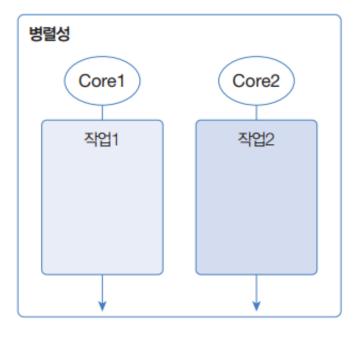
CollectExample.java

```
package ch17.sec12.exam03;
import java.util.stream.Collectors;
public class CollectExample {
 public static void main(String[] args) {
   List<Student> totalList = new ArrayList<>();
   totalList.add(new Student("홍길동", "남", 92));
   totalList.add(new Student("김수영", "여", 87));
   totalList.add(new Student("감자바", "남", 95));
   totalList.add(new Student("오해영", "여", 93));
   Map<String, Double> map = totalList.stream()
       .collect(
        Collectors.groupingBy(
          s -> s.getSex(),
          Collectors.averagingDouble(s->s.getScore())
   System.out.println(map);
                                                            {남=93.5, 여=90.0}
```

☑ 동시성과 병렬성

- 동시성: 멀티 작업을 위해 멀티 스레드가 하나의 코어에서 번갈아 가며 실행하는 것
- 병렬성: 멀티 작업을 위해 멀티 코어를 각각 이용해서 벙렬로 실행하는 것

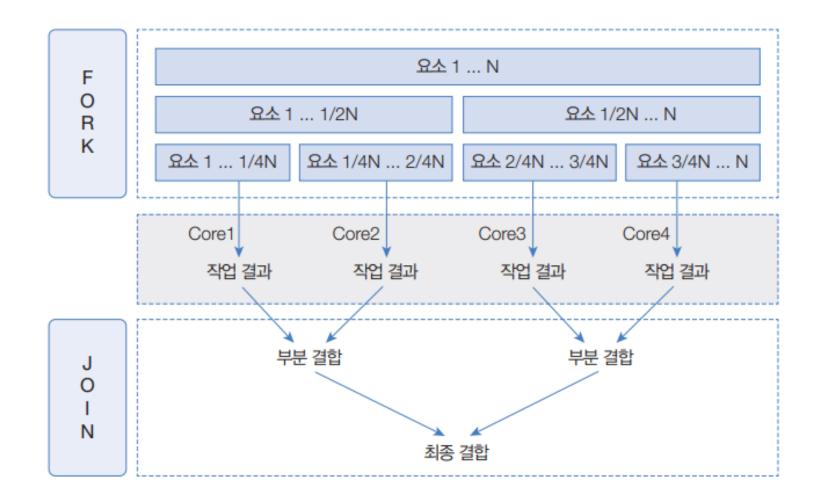




- 데이터 병렬성: 전체 데이터를 분할해서 서브 데이터셋으로 만들고 이 서브 데이터셋들을 병렬 처리해서 작업 을 빨리 끝내는 것
- 작업 병렬성: 서로 다른 작업을 병렬 처리하는 것

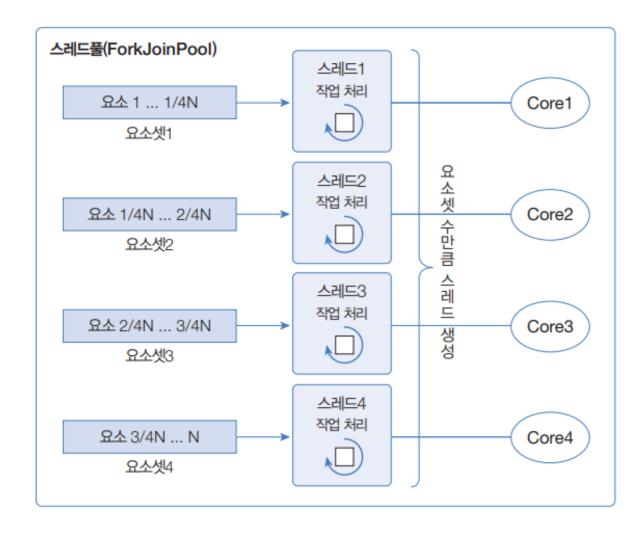
💟 포크조인 프레임워크

- 포크 단계: 전체 요소들을 서브 요소셋으로 분할하고, 각각의 서브 요소셋을 멀티 코어에서 병렬로 처리
- 조인 단계: 서브 결과를 결합해서 최종 결과를 만들어냄



💟 포크조인 프레임워크

ExecutorService의 구현 객체인 ForkJoinPool을 사용해서 작업 스레드를 관리



♥ 병렬 스트림 사용

- 자바 병렬 스트림은 백그라운드에서 포크조인 프레임워크가 사용하므로 병렬 처리 용이
- o parallelStream() 메소드는 컬렉션(List, Set)으로부터 병렬 스트림을 바로 리턴
- o parallel() 메소드는 기존 스트림을 병렬 처리 스트림으로 변환

리턴 타입	메소드	제공 컬렉션 또는 스트림
Stream	parallelStream()	List 또는 Set 컬렉션
Stream		java.util.Stream
IntStream	porellel()	java.util.IntStream
LongStream	parallel()	java.util.LongStream
DoubleStream		java.util.DoubleStream

ParallelExample.java

```
package ch17.sec13;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Random;
import java.util.stream.Stream;
public class ParallelExample {
 public static void main(String[] args) {
   Random random = new Random();
   List<Integer> scores = new ArrayList< >();
   for(int i=0; i<100000000; i++) { // 1억 개의 Integer 객체 저장
     scores.add(random.nextInt(101));
   double avg = 0.0;
   long startTime = 0;
   long endTime = 0;
   long time = 0;
                                                            {남=93.5, 여=90.0}
```

ParallelExample.java

```
Stream<Integer> stream = scores.stream(); // 일반 스트림으로 처리
startTime = System.nanoTime();
avg = stream
   .mapToInt(i -> i.intValue())
   .average()
   .getAsDouble();
endTime = System.nanoTime();
time = endTime - startTime;
System.out.println("avg: " + avg + ", 일반 스트림 처리 시간: " + time + "ns");
// 병렬 스트림으로 처리
Stream<Integer> parallelStream = scores.parallelStream();
startTime = System.nanoTime();
avg = parallelStream
   .mapToInt(i -> i.intValue())
   .average()
   .getAsDouble();
endTime = System.nanoTime();
time = endTime - startTime;
System.out.println("avg: " + avg + ", 병렬 스트림 처리 시간: " + time + "ns");
                           avg: 49.99940116, 일반 스트림 처리 시간: 155627900ns
                           avg: 49.99940116, 병렬 스트림 처리 시간: 71421700ns
```

13 요소 병렬 처리

♡ 병렬 처리 성능에 영향을 미치는 요인

- o 요소의 수와 요소당 처리 시간
- 스트림 소스의 종류
- o 코어(Core)의 수