Scala

- https://docs.scala-lang.org/
- 기본적으로 Java를 다뤄봤다는 전제하에 실용적인 측면으로만 기술.
- 2.12 이상 버전을 기준으로 기술.

Language, Scala, JVM, Object Oriented Programming, Functional Programming

환경 설정

- JDK 1.8 이상 설치

Command Line

https://www.scala-lang.org/download/

- SBT (Scala Build Tools)

Scala의 Ant/Maven/Gradle와 비교될 수 있음. 직접으로 프로젝트 생성, 배포 관여.

```
# 생성
sbt [Project Name]

# Build (Fat Jar 생성)
## build.sbt에
## addSbtPlugin("com.eed3si9n" % "sbt-assembly" % "0.14.6")
## 추가 필요
### 생성된 jar 위치 : target/scala-[version]/*.jar
sbt assemblyty
```

- Scala Binaries (선택 사항)
  - REPL(scala), 단독 Compile(scalac)을 이용하기 위해 필요

```
# 실행
scala

scala> 1
res0: Int = 1

# 종료
scala> :quit
## 혹은
scala> :q
```

IDE

- Intellij에 기본적으로 SBT 내장. Intellij만 설치하면 된다.

REPL 실행 방법

왼쪽 Project Tree에서 아무 Class에 오른쪽으로 누르고 “Run Scala Console”.

Hello, world!

- 가변 인자 args를 입력 받아 “Hello, world!”를 출력하는 예제 작성

Script

- Compile 하지 않고, Shell script 처럼 사용

```
// class, main 함수를 선언하지 않고도 가변인자 args 사용 가능!
args.foreach(print)
println()
```

```
> scala script.scala Hello , world !
Hello, world!
```

Compile

https://www.scala-lang.org/documentation/your-first-lines-of-scala.html

App trait 상속 O

```
object HelloWorld extends App {
  // class, main 함수를 선언하지 않고도 가변인자 args 사용 가능!
  args.foreach(print)
  println()
}
```

```
> scalac HelloWorld.scala
```

```
> scala HelloWorld Hello , world !
```

App trait 상속 X

```
object HelloWorld {
  def main(args: Array[String]): Unit = {
    args.foreach(print)
    println()
  }
}
```

```
> scalac HelloWorld.scala
> scala HelloWorld Hello , world !
```

문법

Identifier

식별자 규칙 및 관례적 명명법 서술.

- 연산자 정의(Operator Defination) Method와 암시적 변환(Implicit Parameters and Conversions)는 간결하고 유연한 표현을 정의할 수 있지만, 잘못 사용하면 가독성을 떨어뜨리는 결과를 낳으니 주의가 필요하다.

Alphanumeric Identifier

1. Java와 동일하게 영숫자 혹은 '_', '$'가 가능하나 '$' Scala Compiler가 내부적으로 생성하는 식별자에 사용하는 예약 문자이므로 충돌 가능성이 있기 때문에 사용해서는 안된다.
2. 상수는 첫글자만 대문자로, Camel Case 표현을 한다. (Java 표현으로 MAX_VALUE라면, Scala는 MaxValue)

Operator Identifier

- Java와 가장 큰 차이점 중 하나. 이를 이용하면 Operator Overloading이 가능. Method에만 적용 가능.
- +, :, ?, ~, #, +, ++, ::(List에서 요소 덧붙임), :::(List에 다른 List 추가), <?>, :→ 등 사용 가능. 이 때 길이 제한이 없다.
- Overloading 예시

```

```

```
def *** (v: Int) = math.pow(v, 3)
```

연산자 우선순위와 결합법칙

:(Cons; Construct)로 끝나는 연산자는 right-associative. 이외 나머지는 left-associative

```
// left-associative
a * b * c
= (a * b) * c
= a.*(b).*(c)

// right-associative
a ::: b ::: c
= a ::: (b ::: c)
= b.:::(c).:::(a)
```

Mixed Identifier

Alphanumeric + Operator. 예를 들어 myvar_=. Scala Compiler가 Property를 지원하기 위해 내부적으로 생성.

Literal Identifier

역따옴표(`)를 사용하며 Runtime에서 인식할 수 있는 문자열 생성. 이를 이용하면 예약어도 변수나 Method 이름으로 지정 가능.

```
// 아래 코드는 Compile 및 실행에 문제가 없다.

val `val` = 3;
def show(`var` : Int) = println(`var`);

show(`val`)
```

변수

- val : Immutable
- var : mutable

Type

Type Hierarchy



Any	모든 type의 supertype. equals, hashCode, toString 메서드가 정의됨.
AnyVal	value type을 표현, non-nullable. Double, Float, Long, Int, Short, Byte, Char, Unit, Boolean의 상위 타입.
AnyRef	referenced type을 표현, java.lang.Object에 대응.
Nothing	모든 type의 subtype (i.e. bottom type)으로 value를 가지고 있지 않다.
Null	모든 reference type의 subtype. keyword literal 'null'을 값으로 가지고 있다.

Literals

Integer Literals

- C/Java와 달리 8진(0으로 시작하는 정수형)을 지원하지 않음. 10진과 16진만 지원.

String Literals

Raw Sring

큰따옴표 3개(""")를 이용하여 그 내부 문자열을 "날 것" 그대로 표현하는 문자열. (공백, 개행 전부 포함)

```
object Test extends App {
  // Java에서의 일부 특수문자 표현. 가독성이 좋지 않음.
  val str1 = "Hello\n\"world\"";
  println(str1)

  /**
    * Hello
    * "world"
    */


 // 공백, 개행 모두 그래도 출력
  val str2 =
    """Hello,
      "world"!
    """
  println(str2)

  /**
    * Hello
    * "world"
    */
```

```
  //|를 넣으면 문자열의 시작을 알림. 이후 stripMargin을 하면 이전 공백 제거
    val str3 =
      """          |Hello,
        |"world!"
      """.stripMargin
    println(str3)

    /**
      * Hello
      * "world"
      */
}
```

String interpolation

문자열 내부에 표현식(expression)을 내장시키는 것. 이로써 문자열을 이어붙이지 않고 가독성이 좋아짐.

- s : “$val” 혹은 “${expression}“과 함께 쓰여 mapping.
- raw : 문자열 그대로 출력.
- f : printf 형태의 형식 지정.

	Description	Example

s	“$val” 혹은 “${expression}“과 함께 쓰여 mapping.	`val str = "9 * 9 = "`
		`println(s"$str ${9 * 9}")`
		`/**`
		`* 9 * 9 = 81`
		`*/`

raw	문자열 그대로 출력.	`println(raw"A\nB\\C\tD\bE")`
		`/**`
		`* A\nB\\C\tD\bE`
		`*/`

f	printf 형태의 형식 지정.
	${expression}%[format]
		`println(f"${math.Pi}%.7f")`
		`println(f"${3 * 3}%03d")`
		`/**`
		`* 3.1415927`
		`* 009`
		`*/`

Symbol literals

- 작은 따옴표(') + (알파벳 + 숫자)
- 단순 식별자가 필요할 때 사용. Java의 enum이나 Clojure의 Keyword와 비슷.
  - Scala의 Strong Type 언어이기 때문에 Weak Type 형태로 사용할 때 사용.
  - Clojure의 Keyword처럼 자기 자신을 반환
  - .name 필드로 문자열 변환 가능.

Array

- 모든 것을 Method가 있는 객체로 다루기 때문에 Parameter에 해당하는 호출은 **()**을 사용한다.

```
val fruits = new Array[String](2)
// val fruits: String = new Array[String](2)

fruits(0) = "apple"
// fruites.update(0, "apple")

fruits(1) = "banana"
// fruites.update(1, "banana")
```

```
val fruits = Array("apple", "banana")
// val fruits = Array.apply("apple", "banana")
```

Operator

Operator = Method!

Scala에서 모든 연산자는 Method!! 실질적으로 Scala는 Method를 호출한다.

```
/** Binary Operator **/

val sum = 1 + 2
// 1.+(2)

"Hello, world!" indexOf 'o'
// "Hello, world!".indexOf('o')

"Hello, world!" indexOf ('o', 5)
// "Hello, world!".indexOf('o', 5)



/** Unary Operator **/

/*** 전위 표기법 ***/
// +,0,!,~ 4가지.

val a = -2.0
// (2.0).unary_-
```

```
/*** 후위 표기법 ***/
// 인자를 취하지 않는 Method를 '.'이나 괄호 없이 호출

val str = "Hello, world!" toLowercase
// val str = "Hello, world!".toLowercase()
```

== & eq

Java와 동일하다.
==, !=은 원시 타입에서 값(value)이 같은지 비교, eq/ne는 JVM Heap에서 참조(reference) 비교

```
scala> List(1, 2, 3) == List(1, 2, 3)
res8: Boolean = true

scala> List(1, 2, 3) eq List(1, 2, 3)
res9: Boolean = false

scala> List(1, 2, 3) ne List(1, 2, 3)
res10: Boolean = true

// 주의!
scala> ("He" + "llo") == "Hello"
res11: Boolean = true
```

Wrapper

```
scala> 111 max 222
res0: Int = 222

scala> 111 min 222
res1: Int = 111

scala> -math.Pi abs
res2: Double = 3.141592653589793

scala> -math.Pi round
res3: Long = -3

scala> (1.0 / 0) isInfinity
res4: Boolean = true

scala> 1 to 100
res5: scala.collection.immutable.Range.Inclusive = Range 1 to 100
```

```
scala> "hello" capitalize
res6: String = Hello

scala> "Hello, World" drop 7
res7: String = World
```

내장 제어 구문

전체적으로 재귀나 내장함수(reduce, map, filter, reduce)로 대체가 가능하기 때문에 사용을 자제하자. 제어 구문은 함수형 표현에 적합하지 않다.

- 키워드로써 break, continue는 존재하지 않는다. (함수형 언어에 어울리지 않으므로.)
    - 굳이 break를 쓰고 싶다면 scala.util.control.Breaks 에 있는 것을 사용할 수 있다… 만…
- 제어 구문들도 함수이므로 var/val에 할당할 수 있다. (이 때, 기본적으로 바로 계산한다. lazy loading이 필요하면 lazy를 맨 앞에 붙이자.)
- while은 대체로 중간 결과를 저장하는 변수 var가 필요하기 때문에 사용을 자제하자.

for

foreach 문만 존재한다. 그러나 대체로 반복하는 경우 내장 함수(foreach, reduce, map, filter 등)이 존재하기 때문에 특별한 경우가 아니면 큰 필요성이 없다.

```
/* Collections */

//10 ~ 100
for (i <- 10 to 100)
    println(i)
//10 ~ 99 (최대값 제외)
for (i <- 3 until 10)
    println(i)

/* Iterator Guard / Filter. if 표현식이 true일 때만 반복 */
for (file <- new java.io.File(".").listFiles()
        if file.isFile
        if file.getName.endsWith(".scala"))
    println(file)

/* 중첩 및 임시 변수 Binding */
// 구구단 출력
for {x <- (1 to 9)
     y <- (1 to 9)
     result = x * y}
    println(f"$x * $y = $result%02d")
```

for-yield

<EXPRESSION>의 값을 Collection로 반환. (*map* 과 같은 효과)

```
for (<IDENTIFIER> <- <ITERATOR>) yield <EXPRESSION>
```

```
// 인자가 없기 때문에 ()를 생략한 형태.
  def timesTable = for {
                x <- (1 to 9)
                y <- (1 to 9)
                result = x * y}
    yield f"$x%2d * $y%2d = $result%2d"

  println(timesTable)
  // Vector( 1 *  1 =  1,  1 *  2 =  2, ... ,  9 *  8 = 72,  9 *  9 = 81)
```

try-catch

- try, finally는 단 하나의 식만 포함한다면 중괄호 생략 가능.

```
  try {
    val f = new FileReader(".")
  } catch {
    case ex: FileNotFoundException => ex.printStackTrace()
    case ex: IOException => ex.printStackTrace()
  } finally println("done")
```

- 다른 제어 구조, 함수와 마찬가지로 결과로 값을 반환한다. 이 때, finally 절의 값은 버려진다.
- finally에는 값을 반환하지 말고 Side-effect(결과 완료 알림, 파일 저장등)만 이용하자.

```
// 결과:2
  // Java 형식으로 finally 절 안에 return문을 명시적으로 사용하면 try/cath의 결과를 덮어쓰게 된다.
// 잘 생각해보면 Java에서 finally는 어떤 결과로든 항상 실행되는 구문이기 때문.
  def test1(): Int = try return 1 finally return 2

// 결과:1
  // Scala 형식으로 작성하면 의도된대로 가장 처음에 만나는 값을 반환한다.
  def test2(): Int = try 1 finally 2
// 결론적으로 finally에는 값을 사용하지 말자.
```

match

case의 대안. Java와 달리 타입에 상관없이 어떤 상수값이라도 사용 가능. 이 때, match 앞에 오는 비교대상의 타입을 기본적으로 다른다. (그렇게 되면 case로 비교하는 값들도 그 타입을 따른다.) '_'은 default에 대응하며 "완전히 알려지지 않은 값"을 의미.

```
object Client extends App {
  def matchTest(x: Any): Any = x match {
    case 1 => "one"
    case "two" => 2
    case y: Int => "scala.Int"
    case _ => 'unknown
  }

  println(matchTest(3)) // scala.Int
}
```

Functions

- 재귀 함수인 경우 반드시 Return Type 명시, 그외에는 생략 가능.
  - 함수 길이 긴 경우 사람이 읽기 쉽게 Return Type을 명시하는 게 좋음.
  - "return" 구문은 선택. 생략 가능.
- 본론 문장이 하나면 괄호 생략 가능
- Retury Type의 "Unit"은 Java의 void. 즉, Side-effect를 위해서만 실행하는 함수.
- parameter는 val이므로 값을 재할당할 수 없다. (예를 들어 Call-by-reference를 이용하려는 경우)
- 함수 안에 함수를 정의할 수 있다.
- 인자가 없는 메소드는 소괄호를 생략할 수 있다. 그러나 관례로서 Side-Effect가 있거나 함수 본래 작업 이외의 부가적인 작업이 존재할 경우 소괄호를 붙인다.

```
def sum(x: Int, y: Int): Int = {
  x + y
}

// 위와 같은 표현
def sum(x: Int, y: Int) = x + y
```

```
// Unit 함수. Return 값이 없음을 의미.
// Type 추론이 되므로 Return Type에 Unit 생략 가능.
def greeting(): Unit = println("Hello, world!")
```

Local functions

함수의 중첩이 가능.

```
def test1(x: Int) = {
  def test1(y: Int) = x * y
 test1(10)
}

println(test1(5)) // 50
```

Placeholder syntax

위치 표시자.

```
 /* 고차함수를 더 간략하게 작성하는 방법 */

  val values = 1 to 10

  values.filter((x: Int) => x > 5)

  // filter의 인자는 Int를 받도록 명시되어 있으므로 생략 가능
  values.filter(x => x > 5)

 // 위치표시자(_)를 이용하면 더 간략한 표현 가능.
  values.filter(_ > 5)

 // 아래와 같은 응용도 된다.
  values.foreach(println _) // values.foreach(x => println(x))
 // 그런데 foreach의 인자가 명확한 위치가 나타나기 때문에 생략 가능
  values.foreach(println)
  val func1 = (_:Int) + (_:Int)
  println(func1(1, 1)) // 2
```

Partitially applied function

```
  def sum(a: Int, b: Int, c: Int) = a + b + c

  // sum 함수를 대입. 이 때, _의 의미는 sum의 모든 인자를 의미.
  val a = sum _
  println(a(1, 2, 3)) // = a.apply(1, 2, 3)

 // 아래와 같이 부분적인 인자 적용도 가능.
  val b = sum(1, _:Int, 3)
```

```
  println(b(2)) // = b.apply(2)
```

Closure

```
  /* Java의 경우 final(immuitable)로 선언해야만 접근 가능한 것에 비해 var(mutable)도 사용 가능.*/
  /* Javascript와 동일.*/

 /* 변수 바인딩 */
  var sum = 0
  (1 to 10).foreach(sum += _) ;; 바깥 범위(scope)에 있는 sum의 값에 누적.

  println(sum) // 55

 /* 함수 바인딩 */
  def scope1(x: Int) = {
    /*def scope2(y: Int) = x + y
    scope2 _*/

 // 위와 같은 표현
    x + (_: Int)
  }

// 각 scope1에 바인딩된 바깥쪽 x를 다르게 설정
  val closure1 = scope1(1)
  val closure2 = scope1(2)

  println(closure1(10)) // 11
  println(closure2(10)) // 12
```

Paramter & Argument

```
  /* repeated parameter. 가변 인자(variable paramter)와 동일 개념 */
  def test1 (args: String*) = args.foreach(println)
  test1("Hello", "world", "!")
  test1(Array("Hello", "world", "!"): _*)

  /* named argument. 순서 상관없이 인자의 이름으로 전달 */
  def test2 (v1: Int, v2: Int) = v1 + v2
  println(test2(v2 = 1, v1 = 9))

  /* default argument. 인자의 값이 없을 경우 default로 값을 미리 지정 */
  def test3 (v1: Int = 1, v2: Int) = v1 + v2
  println(test3(v2 = 1))
```

Currying

함수를 1급 객체로 취급하기 때문에 가능. 다중 인수를 갖는 함수를 단일 인수를 갖는 함수들의 함수열로 바꾸는 것.

```
def curriedSum(x: Int)(y: Int) = x + y
  //def curriedSum(x: Int) = (y: Int) => x + y

  println(curriedSum(1)(2))
```

By-name parameters

값, 함수 모두 "값"으로 평가하면서 인자를 넘기고 싶은 경우 사용.

이 역시 함수를 1급 객체로 취급하기 때문에 가능. paramter의 Lazy evalution. 성능상의 이점을 가진다.

```
  def test1(b: Boolean) = b
  test1(2 > 1)

  // by-name parameter. lazy evaluation.
  def test2_1(b: () => Boolean) = b
  test2_1(() => 2 > 1)

 // 개선
  def test2_2(b: => Boolean) = b
  test2_2(2 > 1)
```

Collections

- https://docs.scala-lang.org/overviews/collections-2.13/overview.html
- https://docs.scala-lang.org/overviews/collections-2.13/performance-characteristics.html

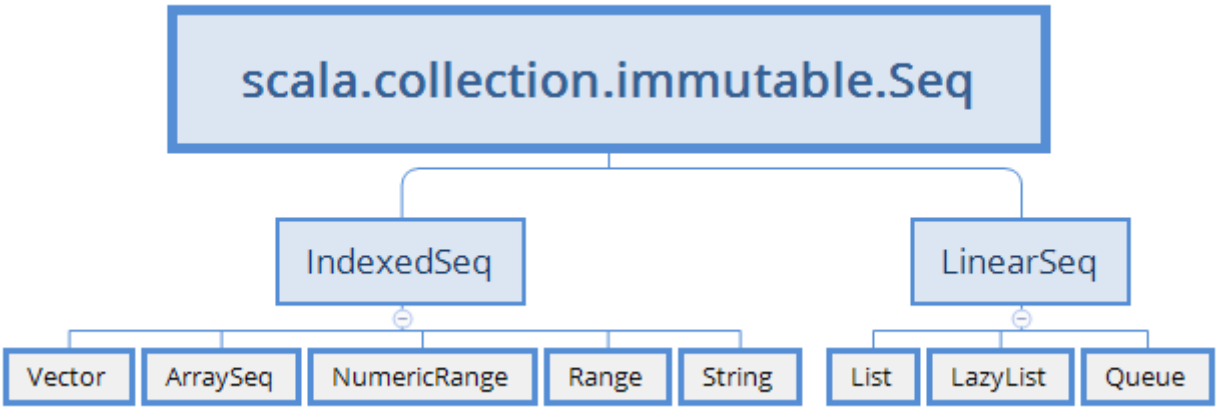
기본적으로 불변(Immutable) 상태를 가진다.

Seq

선형 자료 구조.

- 아래 두 관점으로 적합한 자료구조를 선택.
  - "Indexing"이 필요한가?
  - "mutable state"가 필요한가?

Immutable



- immutable.LazyList는 immutable.Stream을 대체. immutable.Stream 는 2.13부터 Deprecated.
- immutable.ArraySeq 는 2.13부터 추가되었는데, 왠만하면 성능면에서 사실상 상수 시간(Constant time)을 가지는 Vector를 사용하는게 이득.

List

Singly Linked List. 앞부분에 추가/삭제 유리. 임의 접근은 불리.

- ::: : List를 이어 붙여 새로운 List 반환
- :: : Cons(콘즈) 라고 부르며, 새 원소를 기존 List 앞에 삽입한 새로운 List 반환

```
[새 원소] :: [기존 List]
```

- mutable 상태는 collecdtion.mutable.Buffer

```
val test1 = List(1, 2, 3)
val test1 = 1 :: 2 :: 3 :: Nil
```

```
val test1 = List(1, 2) ::: List(3, 4) ::: List(5, 6)
// List(1, 2, 3, 4, 5, 6)

val test2 = 1 :: List(2, 3)
// List(1, 2, 3)

val test3 = List(1, 2) :: List(2, 3)
// List(List(1, 2), 2, 3)
```

List vs. Vector

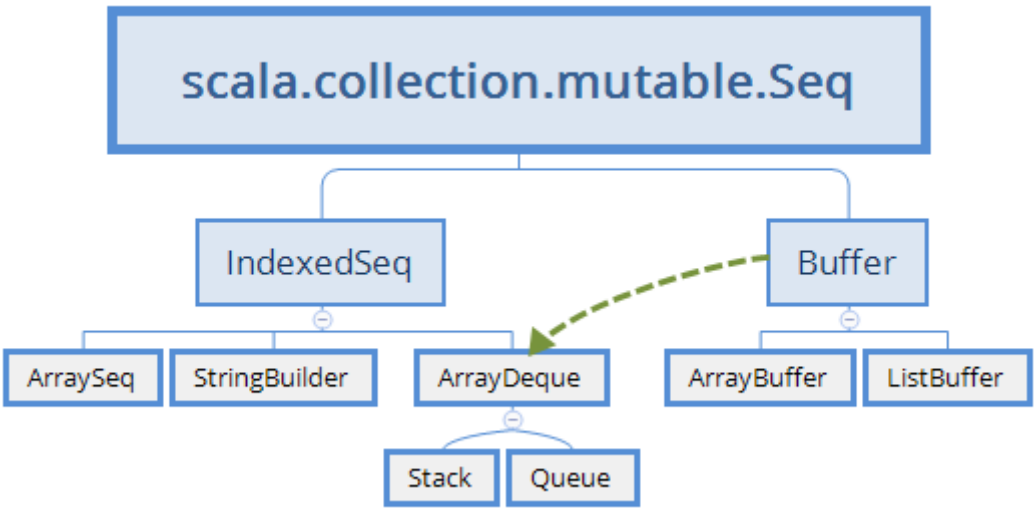
전체 Collections 성능 비교

	head	tail	apply	update	prepend	append
List	C	C	L	L	C	L
Vector	eC	eC	eC	eC	eC	eC

- C (Constant) : 연산에 상수 시간이 걸린다. (빠름)
- eC (Effectively Constant) : 연산에 사실상 상수 시간이 걸리는데, 이는 Vector의 최대 길이나 Hash key 분포와 같은 일부 가정에 따라 달라질 수 있다.
- L (Linear) : 연산에 선형 시간이 걸린다. 즉, Collections 크기에 비례하여 시간이 걸린다.

결론적으로 head가 임의 위치 접근이 필요한 경우 Vector 선택.

Mutable



Set

- 같은 이름의 mutable, immutable 패키지가 있으니 주의.

```
import scala.collection.mutable

val set1 = Set("a", "b")

// 원소 추가
// Collection이 val인 경우, mutable package의 import 필요!
/// set1.+=("b") 와 같은 표현
set1 += "b"
```

Map

```
// immutable이기 때문에 원소를 추가할 수 없음. 이어붙이는 연산을 해야 함.

val map1 = Map("A" -> 1, "B" -> 2, "C" -> 3)
val map2 = Map("D" -> 4, "E" -> 5, "F" -> 6)
val map3 = map1 ++ map2

println(map3)

// 기본 구현체는 immutable.HashMap
// HashMap(E -> 5, F -> 6, A -> 1, B -> 2, C -> 3, D -> 4)
```

```
import scala.collection.mutable

val map1 = Map[String, Int]()

map1 += ("One" -> 1)
map1 += ("Two" -> 2)

map1("One")
```

```
val map1 = Map("One" -> 1, "Two", 2)
map1("One")
```

TrieMap vs. ConcurrentHashMap

- scala.collection.concurrent.TrieMap
- java.util.concurrent.ConcurrentHashMap

둘 다 동시성을 보장하는 Thread-Safe Map.

- Reference
  - https://stackoverflow.com/questions/29499381/what-is-a-triemap-and-what-is-its-advantages-disadvantages-compared-to-a-hashmap
  - https://www.researchgate.net/publication/221643801_Concurrent_Tries_with_Efficient_Non-Blocking_Snapshots

Tuple

엄격히 말하면 Collections에 포함되지 않음.

- Tuple22 까지, 즉 22개의 Argument까지 지원.

```
val tp = (123, "Hello", 1.23)
// val tp = Tuple3[Int, String, Double](123, "Hello", 1.23)

print(tp._1)
print(tp._2)
print(tp._3)
```

Class & Object

기초적으로 알아 두어야 할 사항

- Procedure : Side-effect만을 위해서 실행되는 Method (≒ Return Type이 없는, Unit인 Method)
- static Member가 없다. 대신, Singleton Object를 제공한다.
- Java는 Field, Method, Type, Package의 4가지 Namespace를 갖지만 Scala는 Field, Method를 2가지 Namespace 갖는다.
  - Field가 Parameter없는 Method를 Override할 수 있다. (서로 동일시 한다.)
    - 이 같은 성질로 같은 Class에 같은 이름의 Field와 Method를 정의할 수 없다.
  - Package도 Field 및 Method처럼 Namespace를 공유하는 이유는 Singleton Object에서 Field와 Method를 import하기 위해서다.

Access Modifier

Modifier	Class	Companion	Subclass	Package
public (default)	Y	Y	Y	Y
protected	Y	Y	Y	N
private	Y	Y	N	N

- Y : Field/Method 접근 가능
- N : Field/Method 접근 불가

Class

- Java와 달리 Class 이름과 Class가 작성된 파일 이름이 같을 필요가 없으나 권장.

```
class Person {
  // member 변수와 Getter/Setter 서술
}
```

Constructor

Primary Constructor

- 주 생성자만이 Super Class의 생성자 호출 가능!

```
// 아래와 같이 class를 선언하면 member 변수들은 private val
// 이후 값을 변경할 수 없음.
class Person (name: String, age: Int) {
  def getName: String = name
  def getAge : Int = age
}
```

```
// 아래와 같이 class를 선언하면 member 변수들은 public val
/// val을 선언함으로써 Getter 생성. ".name", ".age"로 접근.
// 바로 멤버 변수에 접근할 수 있고, 이후 값을 변경할 수 없음.

// Class 뒤의 인자들을 "Class Parameter"라고 지칭한다.
// Scala Compiler는 내부적으로 Class Parameter를 기반으로 Primary Constructor(주 생성자)를 생성한다.
/// 기본적으로 Scala의 Constructor는 Class Parameter를 생성하지 않는다. val을 붙이면 생성한다.
class Person (val name: String, val age: Int)
```

```
// Scala Compiler는
// Class 내부에 있으면서
// Field나 Method 정의에 들어 있지 않은 코드를
// Primary Constructor에 삽입한다.

/// 객체 생성과 동시에 println 메시지 출력.
class Person (name: String, age: Int) {
  println("Created!" + name + " / " + age)
}
```

Auxiliary Constructor

- 모든 보조 생성자는 **반.드.시.** 같은 클래스에 속한 다른 생성자를 호출하는 코드로 시작해야 한다. 결국 주 생성자를 호출하게 만드는 효과가 있다.
- 주 생성자만이 Super Class의 생성자 호출 가능!

```
class Person (val name: String, val age: Int) {
  def this(age: Int) = this("meteor", age);
```

```
  override def toString: String = name + " / " + age
}
```

Checking Preconditions

- 유효성 검사 때문에 생성되는 try ~ catch, if ~ else 에서 벗어날 수 있다!
- 조건을 만족시키지 못하면 IllegalArgumentException 발생. 메시지가 없으면 “requirement failed”

```
class Person (name: String, age: Int) {
  require(name != null, "name is not nullable.")
  require(age > 0)
  override def toString: String = name + " / " + age
}
```

Operator Defination

Operator Overloading.

```
class Person (val name: String, val age: Int) {
  def +(p: Person) = this.toString + "\n" + p.toString

  override def toString: String = name + " / " + age
}
```

```
object Client extends App {
  val p1 = new Person("hyuk", 30)
  val p2 = new Person("meteor", 26)
  println(p1 + p2)
}
```

Method Overloading

Java와 동일하나 Scala는 Type을 유추하기 때문에 적합한 Method의 Parameter Type 일치 결과가 없다면 'ambiguous reference' 오류를 출력. 그리고 Overloading보다 DEFAULT PARAMETER VALUES를 이용을 권장. Method 수를 줄일 수 있다.

'apply' Method

'Default Method' 또는 'Injector Method'라고도 불린다. 이는 Method 이름없이 **괄호**를 사용하여 호출하는 기능을 갖고 있다.

```
val l = List(1, 2, 3)

// 같은 의미
println(s"${l.apply(1)} ${l(1)}")
```

위 예제의 'List.apply(index)' 처럼 상식적으로 이해할 수 있는, 자연스러운 연산에 적용되어야 한다.

object

- class 대신 **object**로 시작. Java의 static class에 대한 대안.
  - Instance를 생성할 수 없다. 그러므로 당연히 Constructor도 선언 불가.
- "Singleton"으로 작동하므로 첫 접근이 되지 않는 한 인스턴스가 만들어지지 않는다.
- 대개 특정 객체에 상관없는 Side-effect Method들(대개 Service 목적의 Util 성질을 가진 공통 사용 Method)을 담아두고 사용하는 Method 사용.

```
// Companion class
class Person (val name: String, val age: Int)

// Companion object
object Person {
  def print(person: Person) :Unit = println(person.name + " / " +
person.age)
}
```

```
object Client extends App {
  val person: Person = new Person("Amy", 11)
  Person.print(person)
}

/* Amy / 11 */
```

Companion object

어떤 class **이름**이 같은 object. 그 피대상인 class는 "Companion class"라고 한다. Companion object와 'apply' Method를 이용하여 Companion class의 **"Factory Pattern"**을 적용할 때 사용. 이 때, object의 field들이 "private"으로 선언되어 있더라도 접근 가능.

Companion class와 Companion object는 **반드시 같은 소스 파일**에 있어야 한다!

```
object DBConnection {
  private val url = "jdbc://localhost"
  private val user = "franken"
  private val password = "berry"
```

```
  def apply() = new DBConnection()
}

class DBConnection {
  private val props = Map(
    "url" -> DBConnection.url,
    "user" -> DBConnection.user,
    "password" -> DBConnection.password
  )
}

// val connection = DBConnection()
```

case class

- 자동으로 유용한 Method들 생성. (Kotlin의 'data class'와 동일한 개념)
    - Data를 관리하는데 유용. 즉, DTO로 유용.
- 자동으로 Companion Object 생성. “new” 필요하지 않음.
- 기본적으로 생성자의 Parameter들은 'val'.
- Compile하면 '**[소스이름].class(class)**', '**[소스이름]$.class(object)**'이 생성된다.
- 자동으로 생성되는 Methods

이름	위치	설명
apply	object	case class를 Instance로 만드는 Factory method
unapply	object	Instance의 field들을 Tuple로 추출하여 **Pattern Matching**에 case class instance를 사용할 수 있도록 함
copy	class	**Deep copy!**
equals	class	Reference가 아닌 구조적 동등성(모든 필드가 일치)으로 비교. '=='로도 호출 할 수 있다.
hashCode	class	Instance의 field들의 Hash code 반환. hash 기반 collections에서 동등성에 이용.
toString	class	Field들을 String으로 전환

```
object Practice extends App {
  val person = Person("Luke", 33)
  val copy = person.copy()
  // Equals?
  println(person == copy)

  person.name = "James"
  person.age = 11
  // Deep copy?
  println(copy)

 // Pattern Matching
  val p = person match {
    case Person(_, 11) => "Original!"
    case Person(_, 33) => "Copy!"
```

```
  }
  println(p)
}

case class Person(var name: String, var age: Int)
```

- Reference
  - https://docs.scala-lang.org/overviews/scala-book/case-classes.html
  - https://www.oreilly.com/library/view/scala-cookbook/9781449340292/ch04s15.html

Composition and Inheritance

Override

Java의 경우 1.5 기준으로 @Override를 명시할 수 있으나 필수사항이 아닌데 반면, Scala는 강제한다. 이로 인해 “우연한 Override”로 “fragile base class”가 생성되는 문제를 줄여준다.

```
class Person (val name: String, val age: Int) {
  override def toString: String = name + " / " + age
}
```

Abstract Class

Java와 비교하여

- method에 abstract를 붙이면 안된다.
  - abstract는 class 혹은 abstract class를 mix-in한 trait의 method만 붙일 수 있다.
  - 본체가 없으면 abstract method로 인식한다. (이는 trait도 동일)
- 본체가 있는 concrete method를 구현할 수 있다.
- **Field가 파라미터 없는 메소드를 Override 할 수 있다.**

```
abstract class Abstract {
  /* abstract가 필요하지 않다. */
  def values: Array[Int]
  def sum = values.sum
}

class Detail(conts: Array[Int]) extends Abstract {
 /* 아래 동작은 같다. */
  //override def values: Array[Integer] = conts
  val values: Array[Int] = conts
}
```

Parameter field 정의

같은 이름의 생성자 Paramter와 Field를 동시 정의하는 단축 표기. 특정 Field에 할당하는 이름 중복을 피하기 위한 Boilerplace 제거.

```
abstract class Abstract {
  def values: Array[Int]
}

// 아래와 같이 같은 목적이지만 중복된 이름을 피하기 위해 불필요한 부분이 작성된다.
// 할당과 동시에 바로 getter 생성
class Detail(vals: Array[Int]) extends Abstract {
  override def values: Array[Int] = vals
}

// 이를 아래와 같이 작성할 수 있음.
class Detail2(var values: Array[Int]) extends Abstract
```

Super class의 Constuctor 호출

Java의 경우 상속을 받으면 반드시 부모 Class의 생성자와 같은 형태의 생성자를 호출하고 super()를 하는 과정을 아래와 같이 간략화할 수 있다.

```
abstract class Abstract {
  def values: Array[Int]
  def sum = values.sum
}

class Detail(val values: Array[Int]) extends Abstract
/*
class Detail(vals: Array[Int]) extends Abstract {
  override def values: Array[Int] = vals
}
*/

/* Super class(Detail)의 생성자 호출.*/
class MoreDetail(x: Int) extends Detail(Array(x)) {
}
```

Trait

Java의 Interface의 역할을 하는 한 단위.

- 두 가지를 제외하고 Class가 할 수 있는 일을 다 할 수 있다. (Field 정의, 본체가 있는 concrete

method 구현등등)
    - 할 수 없는 두 가지 : 생성자 Parameter 구현, super를 이용한 Method 정적 바인딩
- Mix-in 대상은 Trait뿐만이 아니라 Class, Abstract Class 모두 다 된다.
- 첫 번째 상속/구성할 대상이 Class든 Trait든 무조건 extends를 사용한다. 단, Class와 Trait를 혼합사용(Mix-in)할 경우 Class를 먼저 기술한다. 이후 Trait를 with를 이용하여 Mix-in 한다.
    - 즉, Java의 Interface와 달리 Class도 상속이 가능하다! 이는 해당 부모 Class의 Method를 Override가 필요한 상황에서 사용한다.

```
object Client extends App {
  val x:D = new D
  x.func
 // "안녕, 세상아!"
}

trait T1 {
  def func(): Unit
}

trait T2 {
  private val greeting = "Hello, world!"
  def func() = println(greeting)
}

class C1 {
}

class D extends C1 with T1 with T2 {
  override def func(): Unit = println("안녕, 세상아!")
}
```

Stackable Modifications

```
object Client extends App {
  val queue = new BasicIntQueue with Doubling
  queue.put(10)

  println(queue.get())
  // 20
}

abstract class IntQueue {
  def get(): Int
  def put(x: Int)
}

class BasicIntQueue extends IntQueue {
```

```
  private val buf = new ArrayBuffer[Int]
  override def get(): Int = buf.remove(0)
  override def put(x: Int) = buf += x
}

trait Doubling extends IntQueue {
  // trait에서 super로 접근할 때는 override abstract가 필요.
  override abstract def put(x: Int): Unit = super.put(x * 2)
}
```

여러 Trait를 mix-in 했을 때 우선 순위

가장 오른쪽에 있는 Trait의 효과부터 적용된다.

```
trait Base {
  override def toString: String = "Base"
}


trait A extends Base {
  override def toString: String = s"A->${super.toString}"
}

trait B extends Base {
  override def toString: String = s"B->${super.toString}"
}

trait C extends Base {
  override def toString: String = s"C->${super.toString}"
}


class MixIn extends A with B with C {
  override def toString: String = s"MixIn->${super.toString}"
}

// println(new MixIn())
/// MixIn->C->B->A->Base
```

Type parameterization

Bounded Type

Type Parameter를 특정 Class나 거의 Sub type 또는 Base type으로 제한하는 방법.

Upper bound

Type을 Base type 또는 Sub type 중 하나로 제한한다.

https://docs.scala-lang.org/tour/upper-type-bounds.html

```
<identifier> <: <upper bound type>
```

```
object Practice extends App {
  def check[A <: Parent](u: A): Unit = {
    println(s"${u.name}")
  }

  // Runtime Error
  // inferred type arguments [GrandParent] do not conform to method check's
type parameter bounds [A <: Parent]
  check(new GrandParent("Jake"))

  check(new Parent("Fred"))
  check(new Child("Mike"))
}

class GrandParent(val name: String)
class Parent(name: String) extends GrandParent(name)
class Child(name: String) extends Parent(name)
```

Lower bound

Type을 해당 Type으로 제한하거나 또는 해당 Type이 확장되는 Base type 중 하나로 제한한다.

```
<identifier> >: <lower bound type>
```

Type variance

Type parameter를 **덜 제한적**으로 만드는 방법. 타입 가변성(Type variance)은 Type parameter가 Base type이나 Sub type을 충족하도록 적응하는 방법을 지정한다.

Scala	Java	설명	예시
+T	? extends T	Covariance (공변성)	**X[T_{sub}]**는 **X[T]**의 Sub type
-T	? super T	Contravariance (반공변성)	**X[T^{super}]**는 **X[T]**의 Sub type
T	T	Invariance (무공변성)	**X[T]**는 **X[T]**. X[T_{sub}] 혹은 X[T^{super}]가 X[T]를 대체할 수 없음.

- Effective Java에서 나오는 PECS (Producer extends, Consumer super) 원리와 같은 개념.
  - Producer는 getter, Consumer는 setter
  - Scala의 Function1 혹은 Java의 Function을 보면 쉽게 유추 가능.
    - 첫번째 인자 **-T1**는 Producer, 두번째 인자 **+R**는 반환값으로 Consumer.
      - 반환해야 하는(생산하는) 값이 Super type인데, 인자로 받은(제공하는) 값이 Sub type이면 Super type의 Method를 호출할 수 없음.
      - 이런 이유로 T1은 동등한 레벨의 타입이거나 상위 타입(Super type)이어야 한다.
    - "상위 추상화 타입 → 하위 구체화 타입"

```
//
https://github.com/deanwampler/programming-scala-book-code-examples/blob/mas
ter/src/main/scala/progscala3/objectsystem/variance/FunctionVariance.scala

class CSuper                { def msuper() = println("CSuper") }
class C      extends CSuper { def m()      = println("C") }
class CSub   extends C      { def msub()   = println("CSub") }

object AbsTypes extends App {
 // 추상적인 것 -> 구체적인 것
  val f1: C => C = (c: C)      => new C
  val f2: C => C = (c: CSuper) => new CSub
  val f3: C => C = (c: CSuper) => new C
  val f4: C => C = (c: C)      => new CSub
  // Error!
 /** 인자로 C를 받도록 타입을 정의했는데, C를 상속받은 CSub를 인자로 받는다면
   *  C가 알지못하는 Method가 호출될 수 있다!
   */
  val f5: C => C = (c: CSub)   => new CSuper
}
```

Abstract types

https://docs.scala-lang.org/tour/abstract-type-members.html

```
import java.io._
import scala.io.Source

//
https://github.com/deanwampler/programming-scala-book-code-examples/blob/mas
ter/src/main/scala/progscala3/typelessdomore/AbstractTypes.scala
// 위 소스를 응용한 예제
abstract class BulkReader {
  type In // 구체적인 타입을 지정하지 않음.
  val source: In // 바로 위에서 지정한 Type인 "In"을 사용
  def read: String
}
```

```
class StringBulkReader
(val source: String)  // 추상 타입의 실질 타입 정의
  extends BulkReader {
  type In = String // 추상 타입 구체화

  override def read: String = source
}

class FileBulkReader
(val source: File) // 추상 타입의 실질 타입 정의
  extends BulkReader {
  type In = File  // 추상 타입 구체화

  override def read: String = {
    val source1 = Source.fromFile(source)
    try source1.mkString finally source1.close()
  }
}
```

Parameterized types vs. Abstract types

어떤 상황에서 무엇이 적절한가?

- Parameterized types : Type parameter가 Parameterized types와 관련이 없는 경우
  - List[A]에서 A는 String, Int 무엇이든 상관 없음.
- Abstract types : 타입 멤버가 객체의 **동작**과 일치하는 경우
  - 위 예시를 보면 "읽는다"라는 동작이 일치한다.

Implicit Parameters and Conversions

Implicit Parameters

Currying 혹은 Lazy 된 함수의 인자를 명시적으로 지정하지 않아도 자신의 네임스페이스의 기본값을 사용하는 방법. 변수나 함수 매개변수에 "implicit"를 앞에 붙인다.

"Dependency Injection"의 시각으로 볼 수 있다.

```
object Printer {
  def print(num: Double)(implicit format: String) =
println(format.format(num))
}

// fmt가 주입된다.
object Practice extends App {
  implicit val fmt = "%.7f"
```

```
  Printer.print(1.11)
}
```

Implicit Class

암시적 Type 변환. 어느 Instance의 Type이 특정 Instance의 Type인 것처럼 자동 전환하여 그 특정 Instance의 Method를 가진 것처럼 보이게 할 수 있다.

C#, Kotlin의 Extension Methods과 비슷한 기능.

서로를 고려하지 않고 독립적으로 개발된 소프트웨어/라이브러리를 하나로 묶으려고 할 때 사용.

- 생성 규칙
  - object/class/trait 안에 정의되어야 한다.
  - Implicit를 선언하지 않는 인자를 받아야 한다.
  - 같은 namespace에서 object/class/trait 이름이 같아서는 안된다.
    - case Class는 사용할 수 없다. (자동으로 생성되는 Companion Object 때문)

```
object Client extends App {
  val uc = new UnaryCalculator(2)
  val op1 = uc ** 3
  //val op1 = uc.**(3)

  val op2 = 3 ** uc // Error!
//val op2 = {3}.**(uc), 정수 3은 ** Method를 가지고 있지 않음.
  println(op1 + " / " + op2)
}

class UnaryCalculator (val v: Int) {
  def ** (`pow`: Int) = math.pow(v, `pow`)
}
```

```
object Client extends App {
  implicit def intToUnaryCalculator (initVal: Int) = new
UnaryCalculator(initVal)

  val uc = new UnaryCalculator(2)
  val op1 = uc ** 3
  //val op = uc.**(3)

  val op2 = 3 ** uc
  //val op = {3}.**(uc)

  println(op1 + " / " + op2) // 8.0 / 9.0
}
```

```
class UnaryCalculator (val v: Int) {
  def ** (`pow`: UnaryCalculator) = math.pow(v, `pow`.v)
}
```

From:
https://wiki.ledyx.xyz/ - **Ledyx WIKI**

Permanent link:
https://wiki.ledyx.xyz/doku.php?id=language:scala&rev=1612667712

Last update: **2026/10/24 07:03**