Extensible Exception

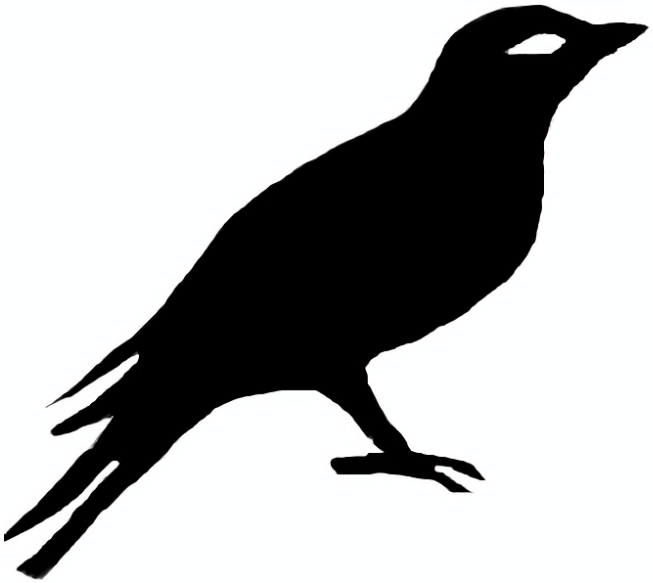
kbkz.tech #10

吉村 優

https://twitter.com/_yyu_
http://qiita.com/yyu
https://github.com/y-yu

July 16, 2016

自己紹介



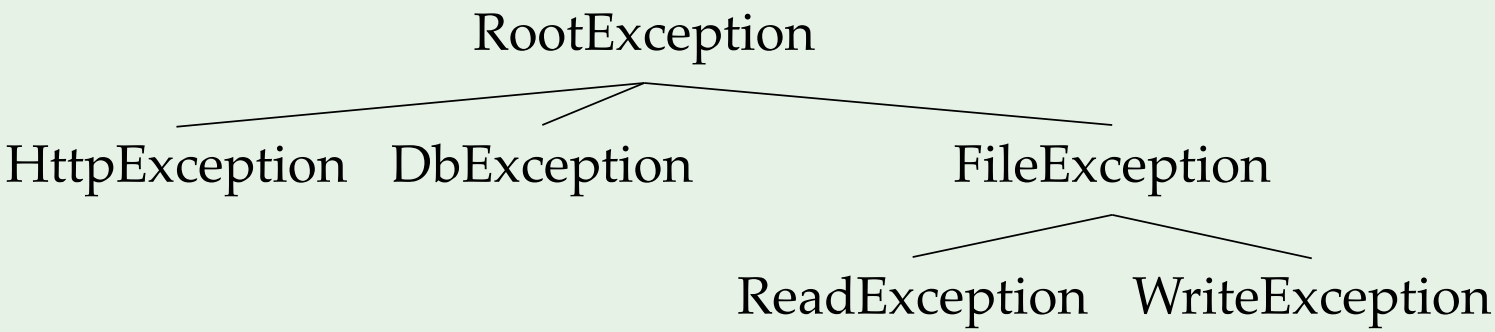
- 筑波大学 情報科学類 学士（COINS11）
- 現在は Scala を書く仕事に従事
- エラー処理に関する話をします

エラー値とは？

エラー値

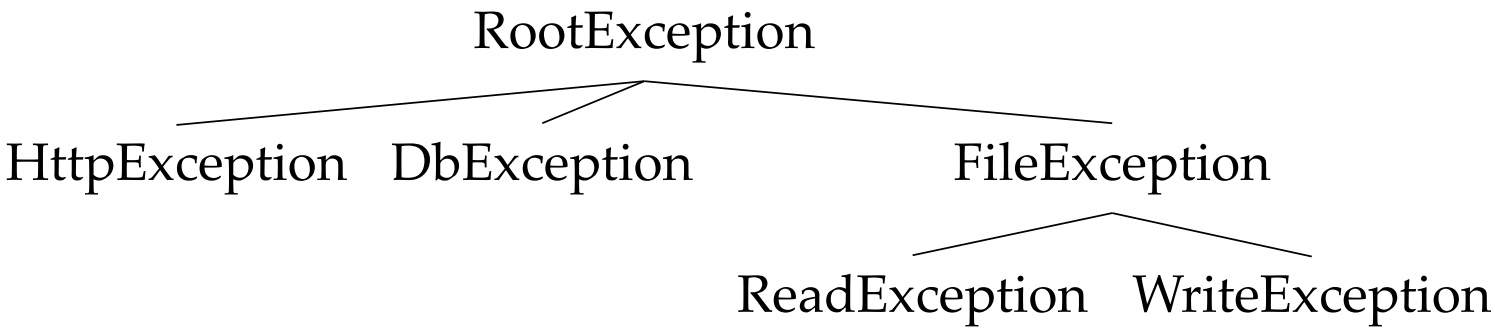
- エラーであることを表す値
- しばしば階層構造（木構造）になる

エラー値の階層構造の例



どうやって階層構造を作る？

継承を用いた表現

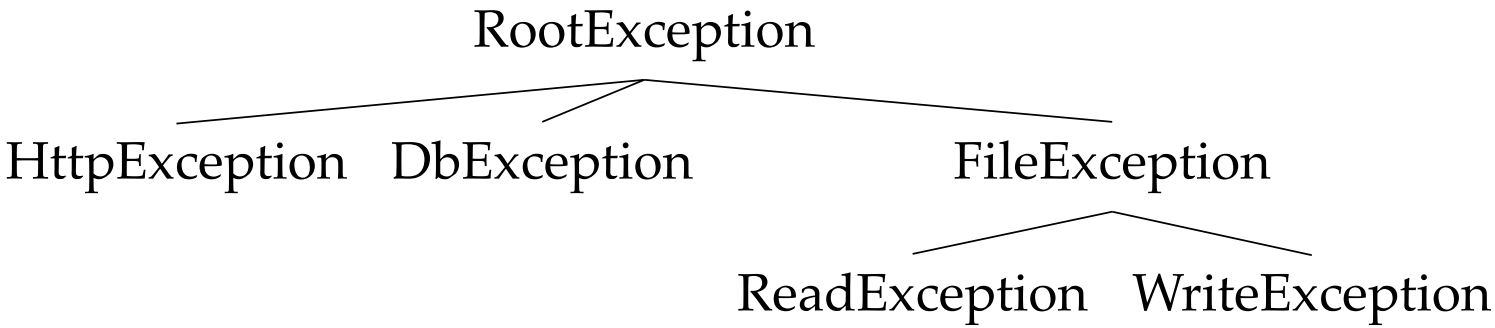



```
trait RootException extends Throwable

case class DbException(m: String) extends RootException

case class HttpException(m: String) extends RootException

trait FileException extends RootException

case class ReadException(m: String) extends FileException

case class WriteException(m: String) extends FileException
```

どうして継承を使うの？

サブタイプ多相

> 型 A が型 B の *subtype*（部分型）のとき、型 B の式を書くべきところに、型 A の式を書いても良い。
>
> 筑波大学 プログラム言語論 *[1]*



例

- RootException を書くべきところに、DbException を書く
- FileException を書くべきところに、WriteException を書く

Either

```scala
trait Either[+A, +B] {
  def flatMap[AA >: A, Y](f: B => Either[AA, Y]) =
    this match {
      case Left(a)  => Left(a)
      case Right(b) => f(b)
    }
}
case class Left [+A, +B](a: A) extends Either[A, B]
case class Right[+A, +B](b: B) extends Either[A, B]
```

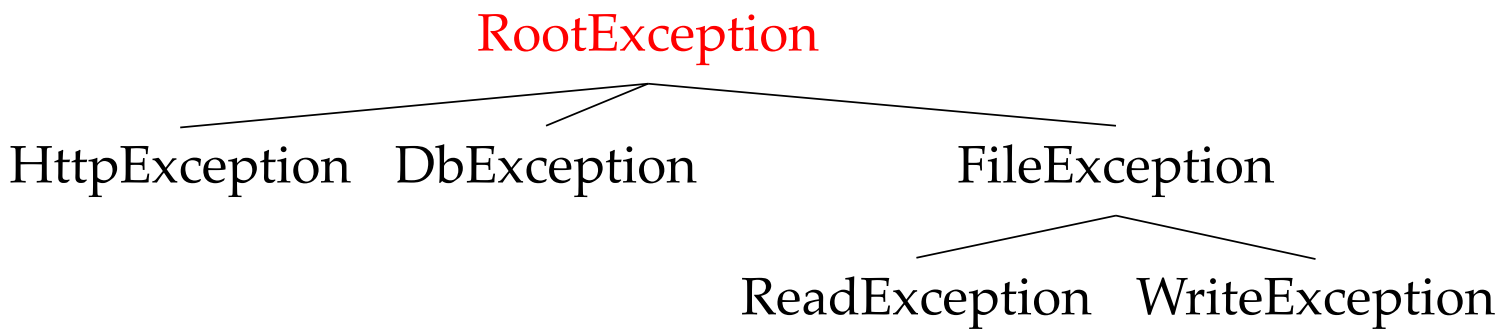
- `flatMap`の型パラメータで $AA >: A$ を取る
- $AA >: A$ は AA が A のスーパータイプであることを表す

```scala
// Left[FileException]
for {
  a <- Left(WriteException("file write error"))
  b <- Left(ReadException("file read error"))
} yield ()
```

Either

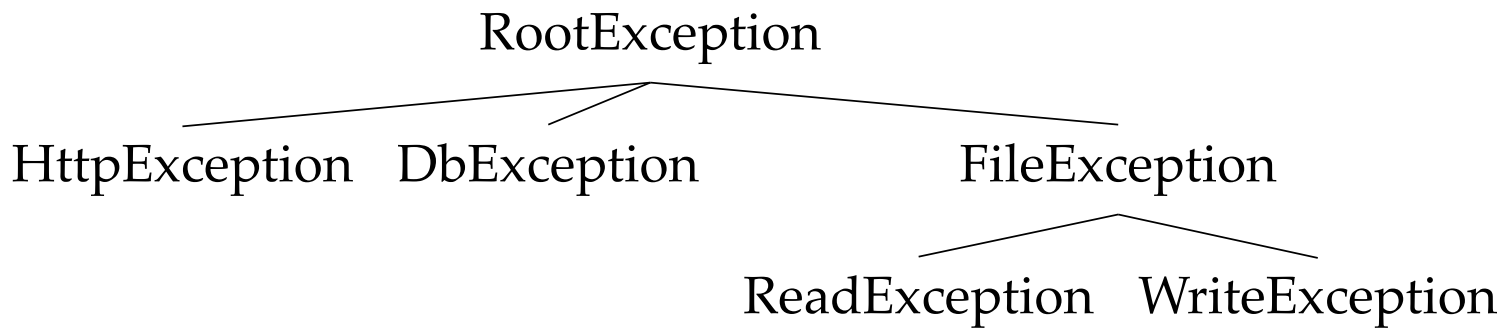
```
for {
  a <- Left(HttpException("http error"))
  b <- Left(DbException("db error"))
} yield ()
```

これの型は `Left[RootException]` になる

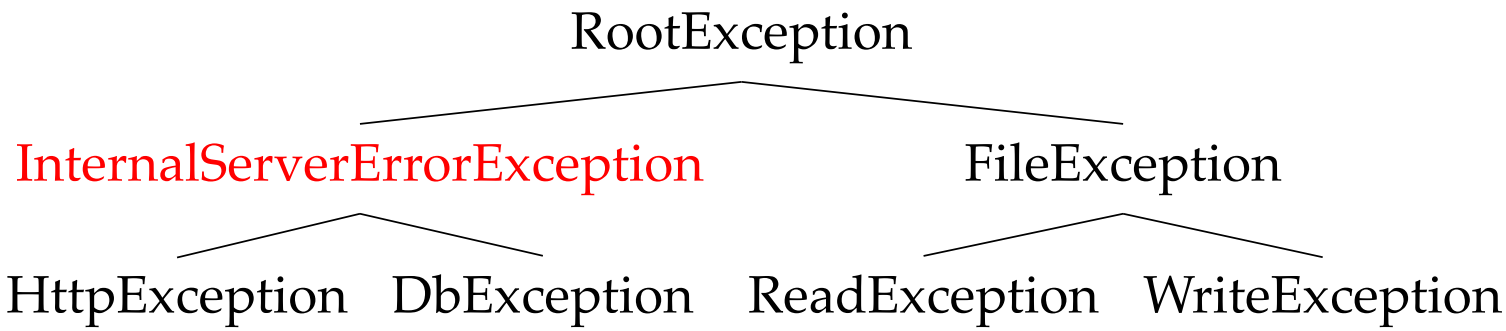


型の上では FileException と区別できなくなった！

階層構造の拡張



後からこの階層構造を変更できる？



でも既存のコードは修正したくない……

階層構造の拡張

無理では？

継承でやるのはよくない？

型クラスでやろう！

階層構造の拡張

1. 新しい型クラス**:~>**（Transform）を導入
2. 新しいエラー値を定義
3. 型クラス**:~>**のインスタンスを定義
4. 型クラス**:~>**のインスタンスを使うように Either を拡張

新しい型クラス:~>の定義

変換を表す型クラス:~>

型 A から型 B への変換ができることを表す型クラス

```
trait :~>[-A, +B] {
  def apply(a: A): B
}
```

例

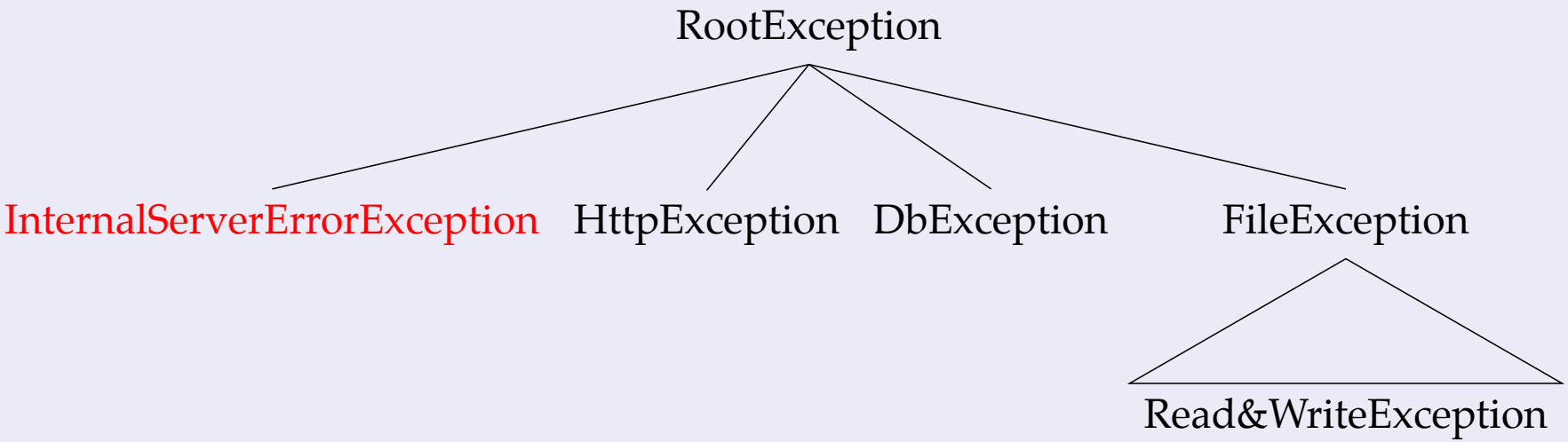
Intから Stringへの変換ができることを表すインスタンス

```
implicit val intToString = new (Int :~> String) {
  def apply(a: Int): String = a.toString
}
```

新しいエラー値の定義

```
case class InternalServerErrorException(m: String)
  extends RootException
```

継承に基づく階層構造



- この時点で、HttpException と DbException は InternalServerErrorException と関係がない

型クラス:~>のインスタンス定義

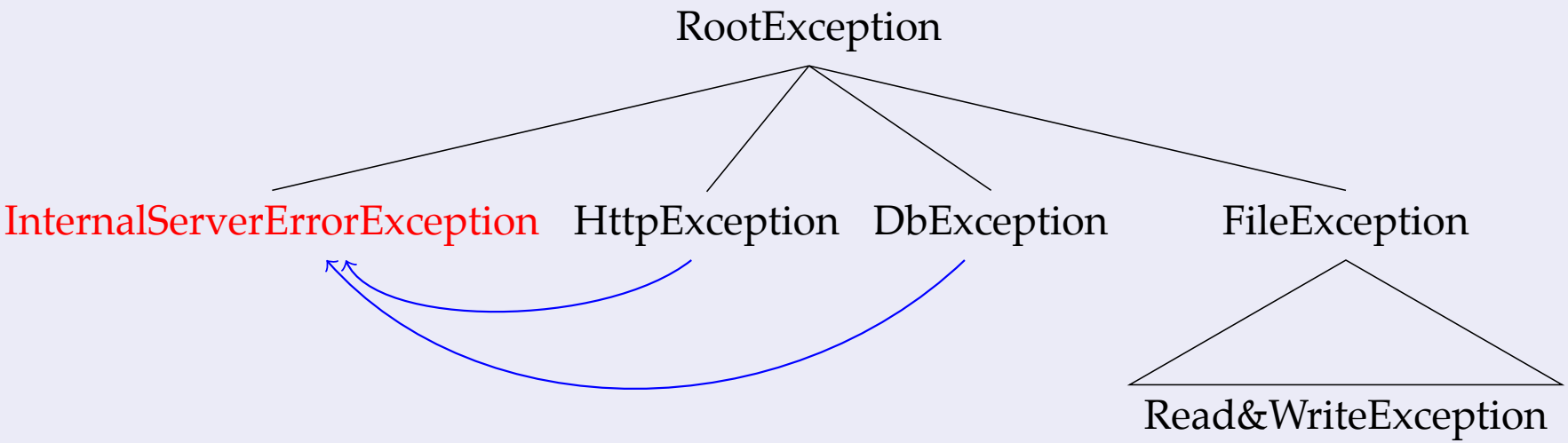
```
object InternalServerErrorException {
  implicit val databaseException =
    new (DbException :~> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: DbException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"database: ${a.m}")
    }

  implicit val httpException =
    new (HttpException :~> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: HttpException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"http: ${a.m}")
    }
}
```

次のインスタンスを定義する

- DbException から InternalServerErrorException への変換
- HttpException から InternalServerErrorException への変換

型クラス:~>のインスタンス定義

継承に基づく階層構造とインスタンス



Eitherの拡張

既存のEither

```
trait Either[+A, +B] {
  def flatMap[AA >: A, Y](f: B => Either[AA, Y]) =
    this match {
      case Left(a)  => Left(a)
      case Right(b) => f(b)
    }
}
case class Left [+A, +B](a: A) extends Either[A, B]
case class Right[+A, +B](b: B) extends Either[A, B]
```

Pimp my Libraryパターンで Eitherを拡張

```
implicit class ExceptionEither[L1, R1](val ee: Either[L1, R1]) {
  ???
}
```

- mapと flatMapを拡張
- 新しいメソッド asを導入

mapとflatMapの拡張

```
def map[L2, R2](f: R1 => R2)
               (implicit F: L1 :~> L2): Either[L2, R2] =
  ee match {
    case Left(e)  => Left(F(e))
    case Right(v) => Right(f(v))
  }

def flatMap[L2, R2](f: R1 => Either[L2, R2])
                   (implicit F: L1 :~> L2): Either[L2, R2] =
  ee match {
    case Left(e)  => Left(F(e))
    case Right(v) => f(v)
  }
```

- 型クラス:~>のインスタンスを implicit パラメータで検索
- Leftの場合、型クラス:~>のインスタンスを用いて変換
- Rightの場合は元の Either と同様

新しいメソッドasの導入

```
def as[L2](implicit F: L1 :~> L2): Either[L2, R1] =
  ee match {
    case Left(e)  => Left(F(e))
    case Right(v) => Right(v)
  }
```

- 型クラス:~>のインスタンスを implicit パラメータで検索
- 型クラス:~>のインスタンスを用いて変換

これの何が便利なの？

後で使います

例

```
import InternalServerErrorException._
val e1 = Left(DbException("db error"))
val e2 = Left(HttpException("http error"))

// Left[InternalServerErrorException]
for {
  a <- e1
  b <- e2.as[InternalServerErrorException]
} yield ()
```

抽象的な型へ変換できた！

既存の階層構造との互換性

自らへのインスタンスがない

```
val e1 = Left(DbException("db error"))

// compile time error!
for {
  a <- e1
} yield ()
```

継承関係との互換性がない

```
val e3 = Left(WriteException("file write error"))
val e4 = Left(ReadException("file read error"))

// compile time error!
for {
  a <- e3
  b <- e4.as[FileException]
} yield ()
```

自明なインスタンスの導入

self（自らへのインスタンス）

```
implicit def self[A] = new (A :~> A) {
  def apply(a: A): A = a
}
```

superclass（スーパータイプへのインスタンス）

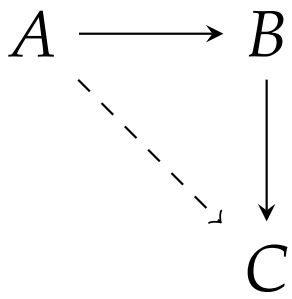
```
implicit def superclass[A, B >: A] = new (A :~> B) {
  def apply(a: A): B = a
}
```

これだけで OK？

もうひとつ必要！

Transitive

`A :~> B`と`B :~> C`から`A :~> C`というインスタンスを生成



Transitive?

```
implicit def transitive[A, B, C]
  (implicit F: A :~> B, G: B :~> C): A :~> C = new (A :~> C) {
    def apply(a: A): C = G(F(a))
  }
```

Compile Time Error

```
diverging implicit expansion for type :~>[HttpException,B]
```

ワンステップの変換を表す型クラスの定義

:->

```
trait :->[-A, +B] {
  def apply(a: A): B
}
```

- 型クラス**:->**（Transform1）は推移を含まないワンステップの変換を表す
- 型クラス**:->**のインターフェースは**:~>**と全く同じ

:~>のインスタンスを:->に変更

Before

```
object InternalServerErrorException {
  implicit val databaseException =
    new (DbException :~> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: DbException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"database: ${a.m}")
    }

  implicit val httpException =
    new (HttpException :~> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: HttpException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"http: ${a.m}")
    }
}
```

:~>のインスタンスを:->に変更

After

```
object InternalServerErrorException {
  implicit val databaseException =
    new (DbException :-> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: DbException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"database: ${a.m}")
    }

  implicit val httpException =
    new (HttpException :-> InternalServerErrorException) {
      def apply(a: HttpException): InternalServerErrorException =
        InternalServerErrorException(s"http: ${a.m}")
    }
}
```

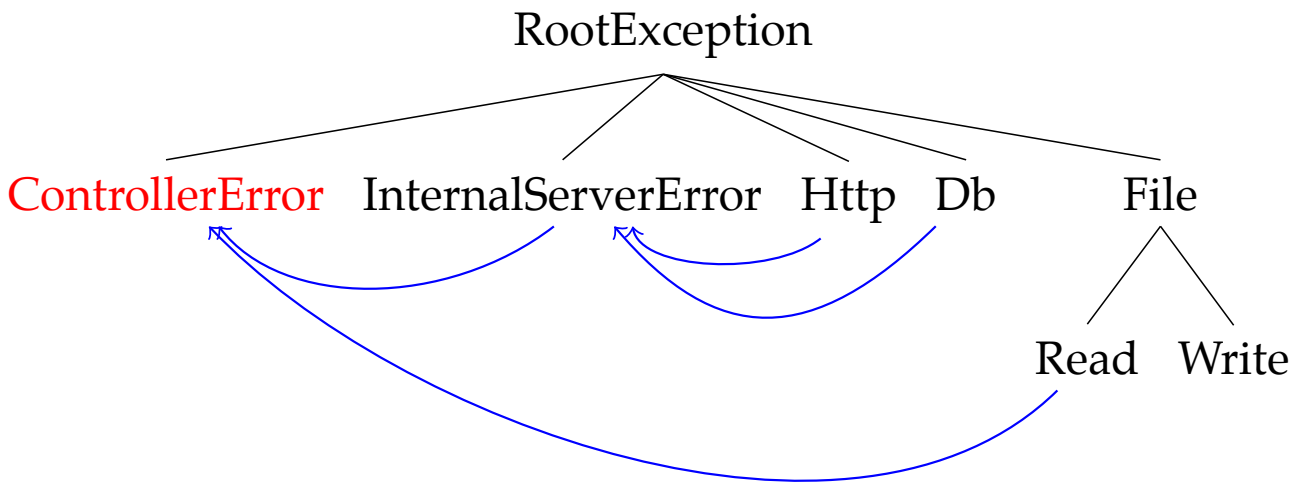
Transitiveの定義

Transitive

```
implicit def transitive[A, B, C]
  (implicit F: A :-> B, G: B :~> C): A :~> C = new (A :~> C) {
    def apply(a: A): C = G(F(a))
  }
```

- ワンステップの変換`:->`を使って発散を防止

例




```
import InternalServerErrorException._
import ControllerErrorException._

// Left[ControllerErrorException]
for {
  a <- Left(DatabaseException("db error"))
  b <- Left(HttpException("http error"))
  c <- Left(ReadException("file read error"))
         .as[ControllerErrorException]
} yield ()
```

まとめ

- 継承によるエラーの階層構造は後からの変更が困難になる
- 変換を表す型クラスを利用することで、この問題を解決できる
- ワンステップの変換を表す型クラスを別に用意することで、推移を扱うことができる
- Haskell や Rust にもこの方法を導入できるかもしれない

参考文献


亀山幸義.
プログラム言語論 オブジェクト指向, 2015.


吉村優.
階層構造を容易に拡張できる例外, 2015.


吉村優.
The missing method of extensible exception: implicit “transitive”, 2016.

目次

Thank you for listening!
Any question?