

Iteration - r4ds

Tomoya Fukumoto

2019-09-06

Iteration

繰り返し作業を自動化するための二つの手法

1. ループ
2. 関数型プログラミング (functional programming)

準備

```
library(tidyverse)
```

ループに関わるのは base ライブラリ

FP に関わるのは purrr ライブラリ

21.2 For loops

最も標準的なループ

例：各列の median を求める（ループなし）

```
df <- tibble(  
  a = rnorm(10),  
  b = rnorm(10),  
  c = rnorm(10),  
  d = rnorm(10)  
)  
median(df$a)  
median(df$b)  
median(df$c)  
median(df$d)
```

例：各行の median を求める（ループ）

```
output <- vector("double", ncol(df))  # 1. output
for (i in seq_along(df)) {             # 2. sequence
  output[[i]] <- median(df[[i]])        # 3. body
}
output
```

```
## [1] -0.24684113  0.45698376 -0.10913297  0.01912404
```

ループの構成要素 output

```
output <- vector("double", ncol(df))
```

- ▶ ループの出力の器
- ▶ ループが始まる前に作る
 - ▶ `vector` 関数で型と長さを指定する
 - ▶ 長さを指定しないと処理が遅くなる

ループの構成要素 sequence

```
i in seq_along(df)
```

- ▶ どうループを回すか
- ▶ 一周するたびに `i` がベクトル `seq_along(df)` の中で値を変化させる
- ▶ `seq_along(df)` は `1:length(df)` とほぼ同じ
 - ▶ 今回は `c(1,2,3,4)`
 - ▶ `length(df)` が 0 のときだけ違う

ループの構成要素 body

```
output[[i]] <- median(df[[i]])
```

- ▶ ループで実際に処理する内容
 - ▶ 1 回目は `output[[1]] <- median(df[[1]])`
 - ▶ 2 回目は `output[[2]] <- median(df[[2]])`
 - ▶ ...

21.2.1 Exercises

1 を見てみる

21.3 For loop variations

1. オブジェクトを修正するループ（作成するのではなく）
2. 要素の名前や値で回すループ（インデックスではなく）
3. 出力の長さが不明の場合
4. ループ回数が不明の場合

21.3.1 Modifying an existing object

```
df <- tibble(a = rnorm(10), b = rnorm(10), c = rnorm(10), d = rnorm(10))
rescale01 <- function(x) {
  rng <- range(x, na.rm = TRUE)
  (x - rng[1]) / (rng[2] - rng[1])
}
df$a <- rescale01(df$a)
df$b <- rescale01(df$b)
df$c <- rescale01(df$c)
df$d <- rescale01(df$d)
```

等価

```
for (i in seq_along(df)) {
  df[[i]] <- rescale01(df[[i]])
}
```

21.3.2 Looping patterns

ループを回すときの sequence の作法

1. `for (i in seq_along(xs))` インデックスとして 1 から順に数え上げる
 - ▶ 最も一般的かつ汎用的
2. `for (x in xs)` ベクトル `xs` の要素を一つずつとる
 - ▶ 出力を保存しにくい
 - ▶ オブジェクト操作でなく副作用 (`plot`, `write` など) に使う
3. `for (nm in names(xs))` 要素の名前を一つずつとる
 - ▶ 要素の名前を使いたい場合
 - ▶ `plot` のタイトルとか

インデックスを使った方法が最も汎用的

インデックスを使った方法は他の2つをシミュレートできる

```
for (i in seq_along(x)) {  
  name <- names(x)[[i]]  
  value <- x[[i]]  
}
```

21.3.3 Unknown output length

ループする前に出力の長さがわからないとき

乱数でベクトルの長さが変わる場合

下手な例

```
means <- c(0, 1, 2)
output <- double()
for (i in seq_along(means)) {
  n <- sample(100, 1)
  output <- c(output, rnorm(n, means[[i]]))
}
```

毎回全データコピーするので $O(n^2)$ の計算量がかかる

良い例

```
out <- vector("list", length(means))
for (i in seq_along(means)) {
  n <- sample(100, 1)
  out[[i]] <- rnorm(n, means[[i]])
}
output <- unlist(out)
```

他の例

- ▶ `paste(out, x)` と追加していくのではなく、`out` をまとめて作ったあと `paste(out, collapse=TRUE)` でくっつける
- ▶ データフレームの行を追加していくのではなく、リストで作って `bind_rows(output)` でくっつける

21.3.4 Unknown sequence length

事前にループする回数がわからないとき

while

```
while (condition){  
    #body  
}
```

シミュレーションでよく使う

▶ 精度が出るまで反復する、とか

21.3.5 Exercises

21.4 For loops vs. functionals

関数型プログラミングとは

for loop を使った例

```
df <- tibble(a = rnorm(10),  
             b = rnorm(10),  
             c = rnorm(10),  
             d = rnorm(10))  
  
output <- vector("double", length(df))  
for (i in seq_along(df)) {  
  output[[i]] <- mean(df[[i]])  
}  
output
```

```
## [1] 0.4145507 0.1447655 0.1332371 -0.1772091
```

何回も使いそうだから関数にする

```
col_mean <- function(df) {  
  output <- vector("double", length(df))  
  for (i in seq_along(df)) {  
    output[i] <- mean(df[[i]])  
  }  
  output  
}
```

平均以外の集計でも使おうだろう

```
col_median <- function(df) {  
  output <- vector("double", length(df))  
  for (i in seq_along(df)) {  
    output[i] <- median(df[[i]])  
  }  
  output  
}  
  
col_sd <- function(df) {  
  output <- vector("double", length(df))  
  for (i in seq_along(df)) {  
    output[i] <- sd(df[[i]])  
  }  
  output  
}
```

二回以上のコピペをしてしまった！

関数型プログラミング

```
col_summary <- function(df, fun) {  
  out <- vector("double", length(df))  
  for (i in seq_along(df)) {  
    out[i] <- fun(df[[i]])  
  }  
  out  
}  
col_summary(df, median)  
col_summary(df, sd)
```

Rでは関数の引数として関数を渡すことができる

⇒ 関数型プログラミング

21.4.1 Exercises

1,2

21.5 The map functions

for loop を functional で置き換える関数 `purrr::map`

`purrr::map`

Usage

```
map(.x, .f, ...)
```

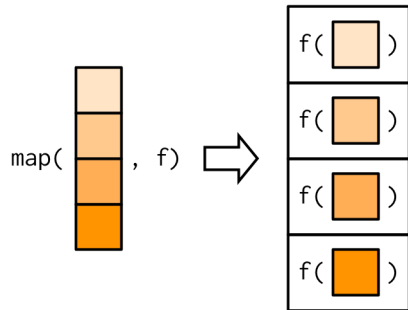
Arguments

<code>.x</code>	list か atomic vector
<code>.f</code>	関数か formula
<code>...</code>	関数に渡すパラメータ。たとえば <code>na.rm = TRUE</code>

return

ベクトル `.x` の要素をそれぞれ関数 `.f` に適用し、その結果をリストで返す

イメージ図



Example 1

```
sheets <- c( " (NAP) 全国",  
            " (NAP) 関西",  
            " (NAP) 関西以外")  
  
poo <- map(sheets,  
           read_excel,  
           path = "input/ 【weekly】 P00_Flex_Historical_Data.xlsx",  
           trim_ws = F)
```

map 一族

戻り値をリストではない形式に変換して返すこともできる

- ▶ `map` makes a list.
- ▶ `map_lgl` makes a logical vector.
- ▶ `map_int` makes an integer vector.
- ▶ `map_dbl` makes a double vector.
- ▶ `map_chr` makes a character vector.
- ▶ `map_df` makes a dataframe

これらが使えるかは `.f` の戻り値しだい

Example 2

```
sheets <- c( " (NAP) 全国",  
            " (NAP) 関西",  
            " (NAP) 関西以外")  
  
poo <- map_df(sheets,  
             read_excel,  
             path = "input/ 【weekly】 P00_Flex_Historical_Data.xlsx",  
             trim_ws = F)
```


map でやると何がいいのか

- ▶ 読みやすい、書きやすい
 - ▶ ループは本来処理したいことに対して余計なモノが多すぎる
- ▶ 処理が早い
 - ▶ と昔は言われていたが今はそうでもないらしい
 - ▶ 内部的にはCで処理しているから少し早い

21.5.1 Shortcuts

`map` を使う上でのテクニック

余裕のあるやり方

関数を定義する

```
mylm <- function(df){  
  lm(mpg ~ wt, data = df)  
}  
models <- mtcars %>%  
  split(.$cyl) %>%  
  map(mylm)
```

せっかちなやり方

無名関数

```
models <- mtcars %>%  
  split(.$cyl) %>%  
  map(function(df)lm(mpg ~ wt, data = df))
```

formula

```
models <- mtcars %>%  
  split(.$cyl) %>%  
  map(~lm(mpg ~ wt, data = .x))
```

Example 3

```
sheets <- c( " (NAP) 全国",  
            " (NAP) 関西",  
            " (NAP) 関西以外")  
  
poo <- map_df(sheets,  
  ~read_excel(  
    sheet = .x,  
    path = "input/ 【weekly】 P00_Flex_Historical_Data.xlsx",  
    trim_ws = FALSE  
  ) %>%  
    mutate(sheet_name = .x)  
)
```

リストの各要素から情報を取り出す

```
models %>%  
  map(summary) %>%  
  map_dbl(~.$r.squared)
```

```
##           4           6           8  
## 0.5086326 0.4645102 0.4229655
```

shortcut

```
models %>%  
  map(summary) %>%  
  map_dbl("r.squared")
```

21.5.2 BaseR

`lapply`, `sapply`, `vapply` という関数が base にある。

`map` を学べば不要

21.5.3 Exercises

全部自分でやらなければ身につかない

21.6 Dealing with failure

map 関数を使ったプログラムのデバッグ技術

map 中に一つエラーがあると全部出力しなくてむかつく

for programmer

例外処理

`purrr::safely`

関数 `safely` は関数 `.f` を引数として、`.f` を修正した関数を返す。

修正された関数は必ず長さ 2 のリストを返す関数で、その戻り値は下記の通り

1. 要素 `result` は元々の関数 `.f` の結果。ただしその結果がエラーだった場合は `NULL`
2. 要素 `error` はエラーオブジェクト。`.f` の結果がエラーでなければ `NULL`

Example 1

```
safe_log <- safely(log)
safe_log(10)
```

```
## $result
## [1] 2.302585
##
## $error
## NULL
```

```
safe_log("a")
```

```
## $result
## NULL
##
## $error
## <simpleError in .Primitive("log")(x, base): non-numeric argument to matl
```

Example 2

```
x <- list(1, 10, "a")
y <- x %>% map(safely(log))
str(y)
```

```
## List of 3
## $ :List of 2
## ..$ result: num 0
## ..$ error : NULL
## $ :List of 2
## ..$ result: num 2.3
## ..$ error : NULL
## $ :List of 2
## ..$ result: NULL
## ..$ error :List of 2
## .. ..$ message: chr "non-numeric argument to mathematical function"
## .. ..$ call : language .Primitive("log")(x, base)
## .. ..- attr(*, "class")= chr [1:3] "simpleError" "error" "condition"
```

purrr::transpose

関数 transpose でもっと見易く

```
y <- y %>% transpose  
str(y)
```

```
## List of 2  
## $ result:List of 3  
## ..$ : num 0  
## ..$ : num 2.3  
## ..$ : NULL  
## $ error :List of 3  
## ..$ : NULL  
## ..$ : NULL  
## ..$ :List of 2  
## .. ..$ message: chr "non-numeric argument to mathematical function"  
## .. ..$ call : language .Primitive("log")(x, base)  
## .. ..- attr(*, "class")= chr [1:3] "simpleError" "error" "condition"
```

一族 purrr::possibly

関数.f がエラーのときに返す値を第二引数に指定できる。

```
possibly_log <- possibly(log, NA)
possibly_log(10)
```

```
## [1] 2.302585
```

```
possibly_log("a")
```

```
## [1] NA
```

全くエラーを返さなくなる

21.7 Mapping over multiple arguments

複数入力の `map`

purrr::map2

Usage

```
map2(.x, .y, .f, ...)
```

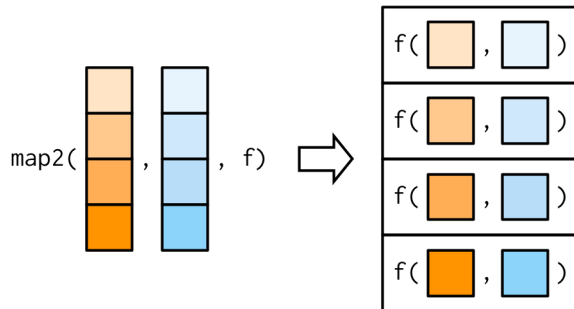
Arguments

-
- `.x` list か atomic vector
 - `.y` list か atomic vector。 `.x` と `.y` とのそれぞれのベクトルの長さが同じでなければなら
 - `.f` 関数か formula
 - ... 関数に渡すパラメータ。たとえば `na.rm = TRUE`
-

return

ベクトル `.x`, `.y` の要素をそれぞれ関数 `.f` に適用し、その結果をリストで返す

イメージ図



Example

```
mu <- list(5, 10, -3)
sigma <- list(1, 5, 10)
map2(mu, sigma, rnorm, n = 5)
```

```
## [[1]]
```

```
## [1] 3.976237 4.426882 3.580827 5.396853 5.326779
```

```
##
```

```
## [[2]]
```

```
## [1] 9.4234368 15.5538171 7.7183258 14.9579201 -0.1068024
```

```
##
```

```
## [[3]]
```

```
## [1] -0.9359149 -4.8700780 -4.3169582 -23.5745901 -8.6028083
```

Visualization of map2

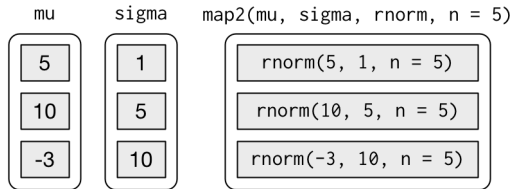


Figure 1: structure of map2

purrr::pmap

入力が3つ以上の場合

```
n <- list(1, 3, 5)
args2 <- list(mean = mu, sd = sigma, n = n)
args2 %>% pmap(rnorm) %>% str()

## List of 3
## $ : num 6.07
## $ : num [1:3] 14.82 14.56 9.14
## $ : num [1:5] 13.47 -17.29 6.03 1.3 -21.87
```

Visualization of pmap

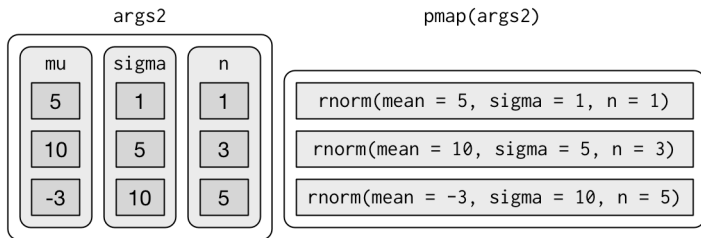


Figure 2: structure of pmap

これでもいいよ

```
params <- tribble(
  ~mean, ~sd, ~n,
  5,      1,   1,
  10,     5,   3,
  -3,     10,  5)
params %>% pmap(rnorm)
```

```
## [[1]]
```

```
## [1] 4.083849
```

```
##
```

```
## [[2]]
```

```
## [1] -1.713375 10.617380 8.671966
```

```
##
```

```
## [[3]]
```

```
## [1] 2.752019 -3.714647 -1.664197 -1.801778 2.876065
```

21.7.1 Involing different functions

入力変数だけでなく処理する関数すら変えたい場合

Notes!!

現在 `invoke_map` は非推奨になっている。`exec` で代用するべしとある

invoke_map

関数名を文字列でわたす

```
f <- c("runif", "rnorm", "rpois")
param <- list(
  list(min = -1, max = 1),
  list(sd = 5),
  list(lambda = 10))
invoke_map(f, param, n = 5)

## [[1]]
## [1] -0.7092354 -0.4441407  0.5343610 -0.1103892 -0.1258314
##
## [[2]]
## [1]  4.0248227 -0.9629029  1.5190662 -0.7574166  3.9067408
##
## [[3]]
## [1] 10  6  4 13 10
```


Visualization of `invoke_map`

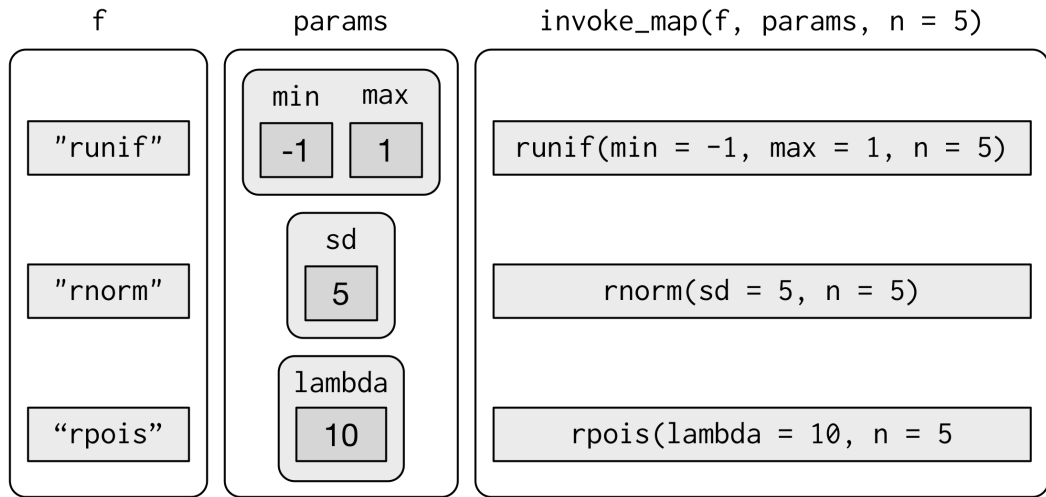


Figure 3: structure of invoke

exec で置き換え

Before:

```
invoke_map(fns, list(args))  
invoke_map(fns, list(args1, args2))
```

After:

```
map(fns, exec, !!!args)  
map2(fns, list(args1, args2), function(fn, args) exec(fn, !!!args))
```

<https://github.com/tidyverse/purrr/blob/master/NEWS.md#retirement-of-invoke>

21.8 Walk

副作用を目的に FP を

purrr::walk

```
x <- list(1, "a", 3)
```

```
x %>% walk(print)
```

```
## [1] 1
```

```
## [1] "a"
```

```
## [1] 3
```

purrr::pwalk

```
plots <- mtcars %>%  
  split(.$cyl) %>%  
  map(~ggplot(., aes(mpg, wt)) + geom_point())  
paths <- stringr::str_c(names(plots), ".pdf")  
pwalk(list(paths, plots), ggsave, path = tempdir())
```

21.9 Other patterns of for loops

FP のバリエーション

`map` ほどは使わないが頭のどこかに置いておくと良い

21.9.1 Predicate functions

入力関数として論理値を取る関数を受け付けて動作をする

purrr::keep と purrr::discard

入力ベクトルの要素のうち、関数の判定が TRUE の要素のみを残す（捨てる）

入力がデータフレームなら dplyr::select_if と同じ

```
iris %>% keep(is.factor) %>% str
```

```
## 'data.frame':    150 obs. of  1 variable:
```

```
## $ Species: Factor w/ 3 levels "setosa","versicolor",...: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
```

```
iris %>% discard(is.factor) %>% str
```

```
## 'data.frame':    150 obs. of  4 variables:
```

```
## $ Sepal.Length: num  5.1 4.9 4.7 4.6 5 5.4 4.6 5 4.4 4.9 ...
```

```
## $ Sepal.Width : num  3.5 3 3.2 3.1 3.6 3.9 3.4 3.4 2.9 3.1 ...
```

```
## $ Petal.Length: num  1.4 1.4 1.3 1.5 1.4 1.7 1.4 1.5 1.4 1.5 ...
```

```
## $ Petal.Width : num  0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.4 0.3 0.2 0.2 0.1 ...
```


purrr::some と purrr::every

入力ベクトルの要素のうち、関数の判定がどれか（すべて）が TRUE なら TRUE

```
x <- list(1:5, letters, list(10))
```

```
x %>% some(is_character)
```

```
## [1] TRUE
```

```
x %>% every(is_vector)
```

```
## [1] TRUE
```

purrr::detect

条件が成立する最初の要素の値を返す。

```
x <- sample(10)
```

```
x
```

```
## [1] 7 1 3 2 8 10 5 9 4 6
```

```
x %>% detect(~ . > 5)
```

```
## [1] 7
```

```
x %>% detect_index(~ . > 5)
```

```
## [1] 1
```

purrr::head_while と purrr::tail_while

条件が成り立つまでの要素をすべて返す。

前から調べるか、後ろから調べるか

```
x %>% head_while(~ . > 5)
```

```
## [1] 7
```

```
x %>% tail_while(~ . > 5)
```

```
## [1] 6
```

21.9.2 Reduce and accumulate

2 入力 1 出力関数のみを受け付ける特殊な関数

`map` と合わせて FP を代表する選手

purrr::reduce

Usage

```
reduce(.x, .f, ..., .init, .dir = c("forward", "backward"))
```

Arguments

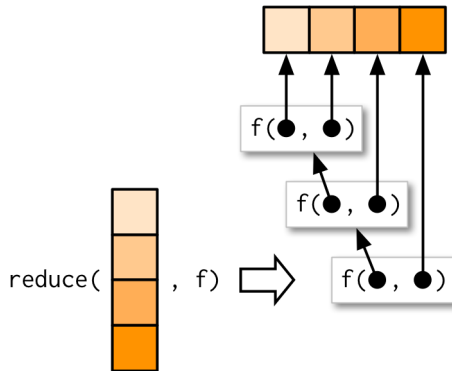
<code>.x</code>	入力ベクトル
<code>.f</code>	2つの引数を持つ関数

Value

`.f` で `.x` の要素をすべて繋いだ値。

たとえば `.x` の長さが4のときは `.f(.f(.f(.x[1], .x[2]), .x[3]), .x[4])`

イメージ図



reduce 例

```
dfs <- list( age = tibble(name = "John", age = 30),  
             sex = tibble(name = c("John", "Mary"), sex = c("M", "F")),  
             trt = tibble(name = "Mary", treatment = "A"))  
dfs %>% reduce(full_join)
```

```
## Joining with `by = join_by(name)`
```

```
## Joining with `by = join_by(name)`
```

```
## # A tibble: 2 x 4
```

```
##   name    age sex  treatment
```

```
##   <chr> <dbl> <chr> <chr>
```

```
## 1 John    30 M      <NA>
```

```
## 2 Mary    NA F      A
```

purrr::accumulate

```
x <- sample(10)
```

```
x
```

```
## [1]  6  8  5  1 10  9  4  7  2  3
```

```
x %>% accumulate(`+`)
```

```
## [1]  6 14 19 20 30 39 43 50 52 55
```


21.9.3 Exercises

頭の訓練に