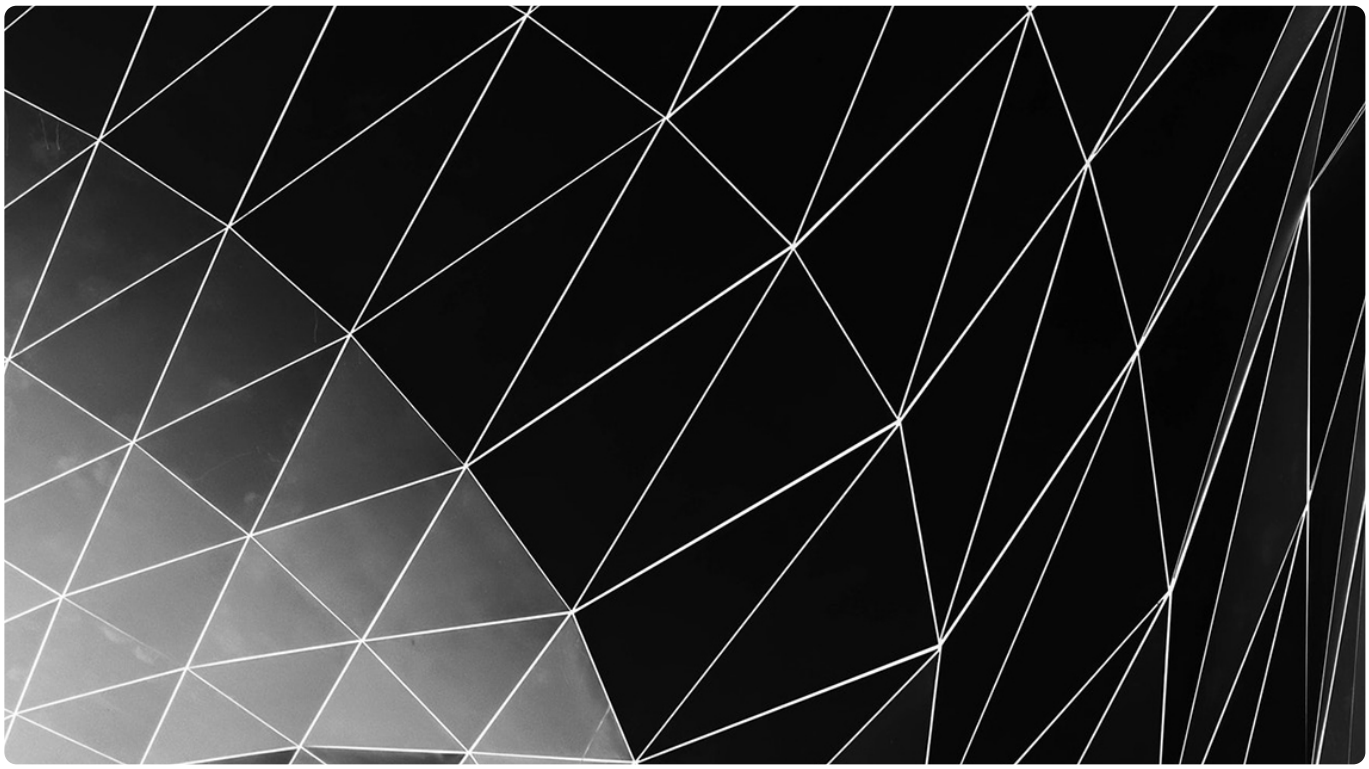
26 | 实战二（下）：如何实现一个支持各种统计规则的性能计数器？

2020-01-01 王争



讲述：冯永吉
时长 13:29 大小 12.35M

在上一节课中，我们对计数器框架做了需求分析和粗略的模块划分。今天这节课，我们利用面向对象设计、实现方法，并结合之前学过的设计思想、设计原则来看一下，如何编写灵活、可扩展的、高质量的代码实现。

话不多说，现在就让我们正式开始今天的学习吧！

小步快跑、逐步迭代

在上一节课中，我们将整个框架分为数据采集、存储、聚合统计、显示这四个模块。除此之外，关于统计触发方式（主动推送、被动触发统计）、统计时间区间（统计哪一个时间段内

的数据）、统计时间间隔（对于主动推送方法，多久统计推送一次）我们也做了简单的设计。这里我就不重新描述了，你可以打开上一节课回顾一下。

虽然上一节课的最小原型为我们奠定了迭代开发的基础，但离我们最终期望的框架的样子还有很大的距离。我自己在写这篇文章的时候，试图去实现上面罗列的所有功能需求，希望写出一个完美的框架，发现这是件挺烧脑的事情，在写代码的过程中，一直有种“脑子不够使”的感觉。我这个有十多年工作经验的人尚且如此，对于没有太多经验的开发者来说，想一下子把所有需求都实现出来，更是一件非常有挑战的事情。一旦无法顺利完成，你可能就会有很强的挫败感，就会陷入自我否定的情绪中。

不过，即便你有能力将所有需求都实现，可能也要花费很大的设计精力和开发时间，迟迟没有产出，你的 leader 会因此产生很强的不可控感。对于现在的互联网项目来说，小步快跑、逐步迭代是一种更好的开发模式。所以，我们应该分多个版本逐步完善这个框架。第一个版本可以先实现一些基本功能，对于更高级、更复杂的功能，以及非功能性需求不做过高的要求，在后续的 v2.0、v3.0……版本中继续迭代优化。

针对这个框架的开发，我们在 v1.0 版本中，暂时只实现下面这些功能。剩下的功能留在 v2.0、v3.0 版本，也就是我们后面的第 39 节和第 40 节课中再来讲解。

数据采集：负责打点采集原始数据，包括记录每次接口请求的响应时间和请求时间。

存储：负责将采集的原始数据保存下来，以便之后做聚合统计。数据的存储方式有很多种，我们暂时只支持 Redis 这一种存储方式，并且，采集与存储两个过程同步执行。

聚合统计：负责将原始数据聚合为统计数据，包括响应时间的最大值、最小值、平均值、99.9 百分位值、99 百分位值，以及接口请求的次数和 tps。

显示：负责将统计数据以某种格式显示到终端，暂时只支持主动推送给命令行和邮件。命令行间隔 n 秒统计显示上 m 秒的数据（比如，间隔 60s 统计上 60s 的数据）。邮件每日统计上日的数据。

现在这个版本的需求比之前的要更加具体、简单了，实现起来也更加容易一些。实际上，学会结合具体的需求，做合理的预判、假设、取舍，规划版本的迭代设计开发，也是一个资深工程师必须要具备的能力。

面向对象设计与实现

在第 13 节和第 14 节课中，我们把面向对象设计与实现分开来讲解，界限划分比较明显。在实际的软件开发中，这两个过程往往是交叉进行的。一般是先有一个粗糙的设计，然后着手实现，实现的过程发现问题，再回过头来补充修改设计。所以，对于这个框架的开发来说，我们把设计和实现放到一块来讲解。

回顾上一节课中的最小原型的实现，所有的代码都耦合在一个类中，这显然是不合理的。接下来，我们就按照之前讲的面向对象设计的几个步骤，来重新划分、设计类。

1. 划分职责进而识别出有哪些类

根据需求描述，我们先大致识别出下面几个接口或类。这一步不难，完全就是翻译需求。

MetricsCollector 类负责提供 API，来采集接口请求的原始数据。我们可以为 MetricsCollector 抽象出一个接口，但这并不是必须的，因为暂时我们只能想到一个 MetricsCollector 的实现方式。

MetricsStorage 接口负责原始数据存储，RedisMetricsStorage 类实现 MetricsStorage 接口。这样做是为了今后灵活地扩展新的存储方法，比如用 HBase 来存储。

Aggregator 类负责根据原始数据计算统计数据。

ConsoleReporter 类、EmailReporter 类分别负责以一定频率统计并发送统计数据到命令行和邮件。至于 ConsoleReporter 和 EmailReporter 是否可以抽象出可复用的抽象类，或者抽象出一个公共的接口，我们暂时还不能确定。

2. 定义类及类与类之间的关系

接下来就是定义类及属性和方法，定义类与类之间的关系。这两步没法分得很开，所以，我们今天将它们合在一起来讲解。

大致地识别出几个核心的类之后，我的习惯性做法是，先在 IDE 中创建好这几个类，然后开始试着定义它们的属性和方法。在设计类、类与类之间交互的时候，我会不断地用之前学过的设计原则和思想来审视设计是否合理，比如，是否满足单一职责原则、开闭原则、依赖注入、KISS 原则、DRY 原则、迪米特法则，是否符合基于接口而非实现编程思想，代码是否高内聚、低耦合，是否可以抽象出可复用代码等等。

MetricsCollector 类的定义非常简单，具体代码如下所示。对比上一节课中最小原型的代码，MetricsCollector 通过引入 RequestInfo 类来封装原始数据信息，用一个采集函数代替了之前的两个函数。

复制代码

```
public class MetricsCollector {
  private MetricsStorage metricsStorage;// 基于接口而非实现编程

  // 依赖注入
  public MetricsCollector(MetricsStorage metricsStorage) {
    this.metricsStorage = metricsStorage;
  }

  // 用一个函数代替了最小原型中的两个函数
  public void recordRequest(RequestInfo requestInfo) {
    if (requestInfo == null || StringUtils.isBlank(requestInfo.getApiName())) {
      return;
    }
    metricsStorage.saveRequestInfo(requestInfo);
  }
}

public class RequestInfo {
  private String apiName;
  private double responseTime;
  private long timestamp;
  //... 省略 constructor/getter/setter 方法...
}
```

MetricsStorage 类和 RedisMetricsStorage 类的属性和方法也比较明确。具体的代码实现如下所示。注意，一次性取太长时间区间的数据，可能会导致拉取太多的数据到内存中，有可能会撑爆内存。对于 Java 来说，就有可能会触发 OOM（Out Of Memory）。而且，即便不出现 OOM，□内存还够用，但也会因为内存吃紧，导致频繁的 Full GC，进而导致系统接口请求处理变慢，甚至超时。这个问题解决起来并不难，先留给你自己思考一下。我会在第 40 节课中解答。

复制代码

```
public interface MetricsStorage {
  void saveRequestInfo(RequestInfo requestInfo);

  List<RequestInfo> getRequestInfos(String apiName, long startTimeInMillis, lo

  Map<String, List<RequestInfo>> getRequestInfos(long startTimeInMillis, long
```

```
}

public class RedisMetricsStorage implements MetricsStorage {
  //... 省略属性和构造函数等...
  @Override
  public void saveRequestInfo(RequestInfo requestInfo) {
    //...
  }

  @Override
  public List<RequestInfo> getRequestInfos(String apiName, long startTimestamp
    //...
  }

  @Override
  public Map<String, List<RequestInfo>> getRequestInfos(long startTimestamp, l
    //...
  }
}
```

MetricsCollector 类和 MetricsStorage 类的设计思路比较简单，不同的人给出的设计结果应该大差不差。但是，统计和显示这两个功能就不一样了，可以有多种设计思路。实际上，如果我们把统计显示所要完成的功能逻辑细分一下的话，主要包含下面 4 点：

1. 根据给定的时间区间，从数据库中拉取数据；
2. 根据原始数据，计算得到统计数据；
3. 将统计数据显示到终端（命令行或邮件）；
4. 定时触发以上 3 个过程的执行。

实际上，如果用一句话总结一下的话，**面向对象设计和实现要做的事情，就是把合适的代码放到合适的类中**。所以，我们现在要做的工作就是，把以上的 4 个功能逻辑划分到几个类中。划分的方法有很多种，比如，我们可以把前两个逻辑放到一个类中，第 3 个逻辑放到另外一个类中，第 4 个逻辑作为上帝类（God Class）组合前面两个类来触发前 3 个逻辑的执行。当然，我们也可以把第 2 个逻辑单独放到一个类中，第 1、3、4 都放到另外一个类中。

至于到底选择哪种排列组合方式，判定的标准是，让代码尽量地满足低耦合、高内聚、单一职责、对扩展开放对修改关闭等之前讲到的各种设计原则和思想，尽量地让设计满足代码易复用、易读、易扩展、易维护。

我们暂时选择把第 1、3、4 逻辑放到 ConsoleReporter 或 EmailReporter 类中，把第 2 个逻辑放到 Aggregator 类中。其中，Aggregator 类负责的逻辑比较简单，我们把它设计成只包含静态方法的工具类。具体的代码实现如下所示：

复制代码

```
public class Aggregator {
  public static RequestStat aggregate(List<RequestInfo> requestInfos, long dur
    double maxRespTime = Double.MIN_VALUE;
    double minRespTime = Double.MAX_VALUE;
    double avgRespTime = -1;
    double p999RespTime = -1;
    double p99RespTime = -1;
    double sumRespTime = 0;
    long count = 0;
    for (RequestInfo requestInfo : requestInfos) {
      ++count;
      double respTime = requestInfo.getResponseTime();
      if (maxRespTime < respTime) {
        maxRespTime = respTime;
      }
      if (minRespTime > respTime) {
        minRespTime = respTime;
      }
      sumRespTime += respTime;
    }
    if (count != 0) {
      avgRespTime = sumRespTime / count;
    }
    long tps = (long)(count / durationInMillis * 1000);
    Collections.sort(requestInfos, new Comparator<RequestInfo>() {
      @Override
      public int compare(RequestInfo o1, RequestInfo o2) {
        double diff = o1.getResponseTime() - o2.getResponseTime();
        if (diff < 0.0) {
          return -1;
        } else if (diff > 0.0) {
          return 1;
        } else {
          return 0;
        }
      }
    });
    int idx999 = (int)(count * 0.999);
    int idx99 = (int)(count * 0.99);
    if (count != 0) {
      p999RespTime = requestInfos.get(idx999).getResponseTime();
      p99RespTime = requestInfos.get(idx99).getResponseTime();
    }
    RequestStat requestStat = new RequestStat();
```

```
    requestStat.setMaxResponseTime(maxRespTime);
    requestStat.setMinResponseTime(minRespTime);
    requestStat.setAvgResponseTime(avgRespTime);
    requestStat.setP999ResponseTime(p999RespTime);
    requestStat.setP99ResponseTime(p99RespTime);
    requestStat.setCount(count);
    requestStat.setTps(tps);
    return requestStat;
  }
}

public class RequestStat {
  private double maxResponseTime;
  private double minResponseTime;
  private double avgResponseTime;
  private double p999ResponseTime;
  private double p99ResponseTime;
  private long count;
  private long tps;
  //... 省略 getter/setter 方法...
}
```

ConsoleReporter 类相当于一个上帝类，定时根据给定的时间区间，从数据库中取出数据，借助 Aggregator 类完成统计工作，并将统计结果输出到命令行。具体的代码实现如下所示：

复制代码

```
public class ConsoleReporter {
  private MetricsStorage metricsStorage;
  private ScheduledExecutorService executor;

  public ConsoleReporter(MetricsStorage metricsStorage) {
    this.metricsStorage = metricsStorage;
    this.executor = Executors.newSingleThreadScheduledExecutor();
  }

  // 第 4 个代码逻辑：定时触发第 1、2、3 代码逻辑的执行；
  public void startRepeatedReport(long periodInSeconds, long durationInSeconds
    executor.scheduleAtFixedRate(new Runnable() {
      @Override
      public void run() {
        // 第 1 个代码逻辑：根据给定的时间区间，从数据库中拉取数据；
        long durationInMillis = durationInSeconds * 1000;
        long endTimeInMillis = System.currentTimeMillis();
        long startTimeInMillis = endTimeInMillis - durationInMillis;
        Map<String, List<RequestInfo>> requestInfos =
                metricsStorage.getRequestInfos(startTimeInMillis, endTimeInMil
```

```
        Map<String, RequestStat> stats = new HashMap<>();
        for (Map.Entry<String, List<RequestInfo>> entry : requestInfos.entrySe
          String apiName = entry.getKey();
          List<RequestInfo> requestInfosPerApi = entry.getValue();
          // 第 2 个代码逻辑：根据原始数据，计算得到统计数据；
          RequestStat requestStat = Aggregator.aggregate(requestInfosPerApi, d
          stats.put(apiName, requestStat);
        }
        // 第 3 个代码逻辑：将统计数据显示到终端（命令行或邮件）；
        System.out.println("Time Span: [" + startTimeInMillis + ", " + endTime
        Gson gson = new Gson();
        System.out.println(gson.toJson(stats));
      }
    }, 0, periodInSeconds, TimeUnit.SECONDS);
  }
}

public class EmailReporter {
  private static final Long DAY_HOURS_IN_SECONDS = 86400L;

  private MetricsStorage metricsStorage;
  private EmailSender emailSender;
  private List<String> toAddresses = new ArrayList<>();

  public EmailReporter(MetricsStorage metricsStorage) {
    this(metricsStorage, new EmailSender(/* 省略参数 */));
  }

  public EmailReporter(MetricsStorage metricsStorage, EmailSender emailSender)
    this.metricsStorage = metricsStorage;
    this.emailSender = emailSender;
  }

  public void addToAddress(String address) {
    toAddresses.add(address);
  }

  public void startDailyReport() {
    Calendar calendar = Calendar.getInstance();
    calendar.add(Calendar.DATE, 1);
    calendar.set(Calendar.HOUR_OF_DAY, 0);
    calendar.set(Calendar.MINUTE, 0);
    calendar.set(Calendar.SECOND, 0);
    calendar.set(Calendar.MILLISECOND, 0);
    Date firstTime = calendar.getTime();
    Timer timer = new Timer();
    timer.schedule(new TimerTask() {
      @Override
      public void run() {
        long durationInMillis = DAY_HOURS_IN_SECONDS * 1000;
        long endTimeInMillis = System.currentTimeMillis();
        long startTimeInMillis = endTimeInMillis - durationInMillis;
```

```
        Map<String, List<RequestInfo>> requestInfos =
                metricsStorage.getRequestInfos(startTimeInMillis, endTimeInMil
        Map<String, RequestStat> stats = new HashMap<>();
        for (Map.Entry<String, List<RequestInfo>> entry : requestInfos.entrySe
          String apiName = entry.getKey();
          List<RequestInfo> requestInfosPerApi = entry.getValue();
          RequestStat requestStat = Aggregator.aggregate(requestInfosPerApi, d
          stats.put(apiName, requestStat);
        }
        // TODO: 格式化为 html 格式，并且发送邮件
      }
    }, firstTime, DAY_HOURS_IN_SECONDS * 1000);
  }
}
```

3. 将类组装起来并提供执行入口

因为这个框架稍微有些特殊，有两个执行入口：一个是 MetricsCollector 类，提供了一组 API 来采集原始数据；另一个是 ConsoleReporter 类和 EmailReporter 类，用来触发统计显示。框架具体的使用方式如下所示：

复制代码

```
public class Demo {
  public static void main(String[] args) {
    MetricsStorage storage = new RedisMetricsStorage();
    ConsoleReporter consoleReporter = new ConsoleReporter(storage);
    consoleReporter.startRepeatedReport(60, 60);

    EmailReporter emailReporter = new EmailReporter(storage);
    emailReporter.addToAddress("wangzheng@xzg.com");
    emailReporter.startDailyReport();

    MetricsCollector collector = new MetricsCollector(storage);
    collector.recordRequest(new RequestInfo("register", 123, 10234));
    collector.recordRequest(new RequestInfo("register", 223, 11234));
    collector.recordRequest(new RequestInfo("register", 323, 12334));
    collector.recordRequest(new RequestInfo("login", 23, 12434));
    collector.recordRequest(new RequestInfo("login", 1223, 14234));

    try {
      Thread.sleep(100000);
    } catch (InterruptedException e) {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Review 设计与实现

我们前面讲到了 SOLID、KISS、DRY、YAGNI、LOD 等设计原则，基于接口而非实现编程、多用组合少用继承、高内聚低耦合等设计思想。我们现在就来看下，上面的代码实现是否符合这些设计原则和思想。

MetricsCollector

MetricsCollector 负责采集和存储数据，职责相对来说还算比较单一。它基于接口而非实现编程，通过依赖注入的方式来传递 MetricsStorage 对象，可以在不需要修改代码的情况下，灵活地替换不同的存储方式，满足开闭原则。

MetricsStorage、RedisMetricsStorage

MetricsStorage 和 RedisMetricsStorage 的设计比较简单。当我们需要实现新的存储方式的时候，只需要实现 MetricsStorage 接口即可。因为所有用到 MetricsStorage 和 RedisMetricsStorage 的地方，都是基于相同的接口函数来编程的，所以，除了在组装类的地方有所改动（从 RedisMetricsStorage 改为新的存储实现类），其他接口函数调用的地方都不需要改动，满足开闭原则。

Aggregator

Aggregator 类是一个工具类，里面只有一个静态函数，有 50 行左右的代码量，负责各种统计数据的计算。当需要扩展新的统计功能的时候，需要修改 aggregate() 函数代码，并且一旦越来越多的统计功能添加进来之后，这个函数的代码量会持续增加，可读性、可维护性就变差了。所以，从刚刚的分析来看，这个类的设计可能存在职责不够单一、不易扩展等问题，需要在之后的版本中，对其结构做优化。

ConsoleReporter、EmailReporter

ConsoleReporter 和 EmailReporter 中存在代码重复问题。在这两个类中，从数据库中取数据、做统计的逻辑都是相同的，可以抽取出来复用，否则就违反了 DRY 原则。而且整个类负责的事情比较多，职责不是太单一。特别是显示部分的代码，可能会比较复杂（比如 Email 的展示方式），最好是将显示部分的代码逻辑拆分成独立的类。除此之外，因为代码中涉及线程操作，并且调用了 Aggregator 的静态函数，所以代码的可测试性不好。

今天我们给出的代码实现还是有诸多问题的，在后面的章节（第 39、40 讲）中，我们会慢慢优化，给你展示整个设计演进的过程，这比直接给你最终的最优方案要有意义得多！实际上，优秀的代码都是重构出来的，复杂的代码都是慢慢堆砌出来的 。所以，当你看到那些优秀而复杂的开源代码或者项目代码的时候，也不必自惭形秽，觉得自己写不出来。毕竟罗马不是一天建成的，这些优秀的代码也是靠几年的时间慢慢迭代优化出来的。

重点回顾

好了，今天的内容到此就讲完了。我们一块总结回顾一下，你需要掌握的重点内容。

写代码的过程本就是一个修修改改、不停调整的过程，肯定不是一气呵成的。你看到的那些大牛开源项目的设计和实现，也都是在不停优化、修改过程中产生的。比如，我们熟悉的 Unix 系统，第一版很简单、粗糙，代码不到 1 万行。所以，迭代思维很重要，不要刚开始就追求完美。

面向对象设计和实现要做的事情，就是把合适的代码放到合适的类中。至于到底选择哪种划分方法，判定的标准是让代码尽量地满足低耦合、高内聚、单一职责、对扩展开放对修改关闭等之前讲的各种设计原则和思想，尽量地做到代码可复用、易读、易扩展、易维护。

课堂讨论

今天课堂讨论题有下面两道。

1. 对于今天的设计与代码实现，你有没有发现哪些不合理的地方？有哪些可以继续优化的地方呢？或者留言说说你的设计方案。
2. 说一个你觉得不错的开源框架或者项目，聊聊你为什么觉得它不错？

欢迎在留言区写下你的答案，和同学一起交流和分享。如果有收获，也欢迎你把这篇文章分享给你的朋友。

上一篇　25 | 实战二（上）：针对非业务的通用框架开发，如何做需求分析和设计？

下一篇　加餐一 | 用一篇文章带你了解专栏中用到的所有Java语法

精选留言 (44)

写留言

geek
2020-01-01

新年快乐 一起学习 一起提高 2020

展开

22

辣么大
2020-01-01

想了三点，希望和小伙伴们讨论一下：
1、RequestInfo save 一次写入一条。是否需要考虑通过设置参数，例如一次写入1000或10000条？好处不用频繁的与数据库建立连接。
2、聚合统计Aggregator是否可以考虑不写代码实现统计的逻辑，而是使用一条SQL查询实现同样的功能？...

展开

Jxin
2020-01-01

沙发!
1.栏主新年快乐。零点发帖，啧啧啧。
2.给出github地址吧，我们来提pr，一个学习用demo大家合力下就当练手，没必要自己死磕全实现哈。
3.关于邮件和控制台两个接入层。实现代码重了。可以把定时统计下沉到下一层来实现，...
展开

4 6

堵车
2020-01-02

要写出优美的代码，首先要有一颗对丑陋代码厌恶的心
展开

4

Eden Ma
2020-01-01

2020新年快乐 早上醒来第一件事就是听卖🐑者和看争哥的更新

4

卫江
2020-01-02

上面的代码设计与实现，我认为有两个重点是需要改进的：
1. 不同的统计规则，通过抽象统计规则抽象类，每一个具体的统计（最大时间，平均时间）单独实现，同时在 Aggregator 内中通过 List等容器保存所有的统计规则实现类，提供注册函数来动态添加新的统计规则，使得Aggregator否则开闭原则，各个统计规则也符合单一责任原则。...
展开

2 3

Murrre
2020-01-02

https://github.com/murreIsCoding/learning_geek/tree/master/src/main/java/design_pattern/demo2/performance_monitoring
敲了一下，主要是实现了redis存储部分逻辑，redis命令不是很熟，可能有更好的方案
展开

2

哈喽沃德
2020-01-02

什么时候开始讲设计模式呢

展开

2

啦啦啦
2020-01-01

新年快乐

展开

2

何沛
2020-01-02

Aggregator考虑到后期新增新的维度统计，可以考虑使用责任链模式。
ConsoleReporter、EmailReporter 出现了代码复用，可以用模板设计模式。

1

Young!
2020-01-01

我觉得在使用方面需要优化，1,建议可以将使用哪个数据库存储方式，时间范围，使用邮箱还是命令行作为输出做成类似 spring 的可配置项，2,减少启动代码，最好使用一行或者注解就可以起到拦截请求并统计输出的作用。

展开

1

Frank
2020-01-01

打卡，今天又进步一点点，利用元旦的时间，将上一篇和这一篇的内容过了一遍，参照文章的思路使用代码简单实现了一遍，加深了理解。

展开

1

Jeff.Smile
2020-01-01

争哥这套课程确实呕心沥血，哈哈

展开

1

wenxueliu

赞，记录思考过程才是最真实的案例

展开

1

Monday

2020-01-01

RequestInfo.timestamp属性是接口响应的开始时间戳吗？如果是的话，说明我被Demo中的10234,11234这类数据给误导了

展开

1

Geek_3b1096

2020-01-01

喜欢一小步一小步改进过程

展开

1

东方奇骥

2020-01-01

因为我们项目统计数据较多，一般会写es，也会利用es的聚合功能。

1

初八

2020-01-13

我想说分布式情况下这些定时任务还要依赖外部吗

展开

相逢是缘

2020-01-13

打卡
针对非业务的架构实现方式
一、小步快跑、逐步迭代
现在原型的分析基础上，划分功能模块，根据功能模块，先定义V1版本的功能
二、面向对象设计和分析...

展开

Yang 2020-01-11

Aggregator中可以将之前的一个方法拆分成几个独立的方法，比如count()、max()、min()等，调用者可以自由选择调用组装，如果有某几个方法经常要用到的话，可以将几个方法统一封装起来，一次返回结果。