

## UML 类图 (分模块展示)

为便于理解和打印, UML 图按功能模块分为 6 个部分:

图 1: Document 继承层次结构

展示文档类的继承关系: 抽象基类 Document 及其三个派生类。

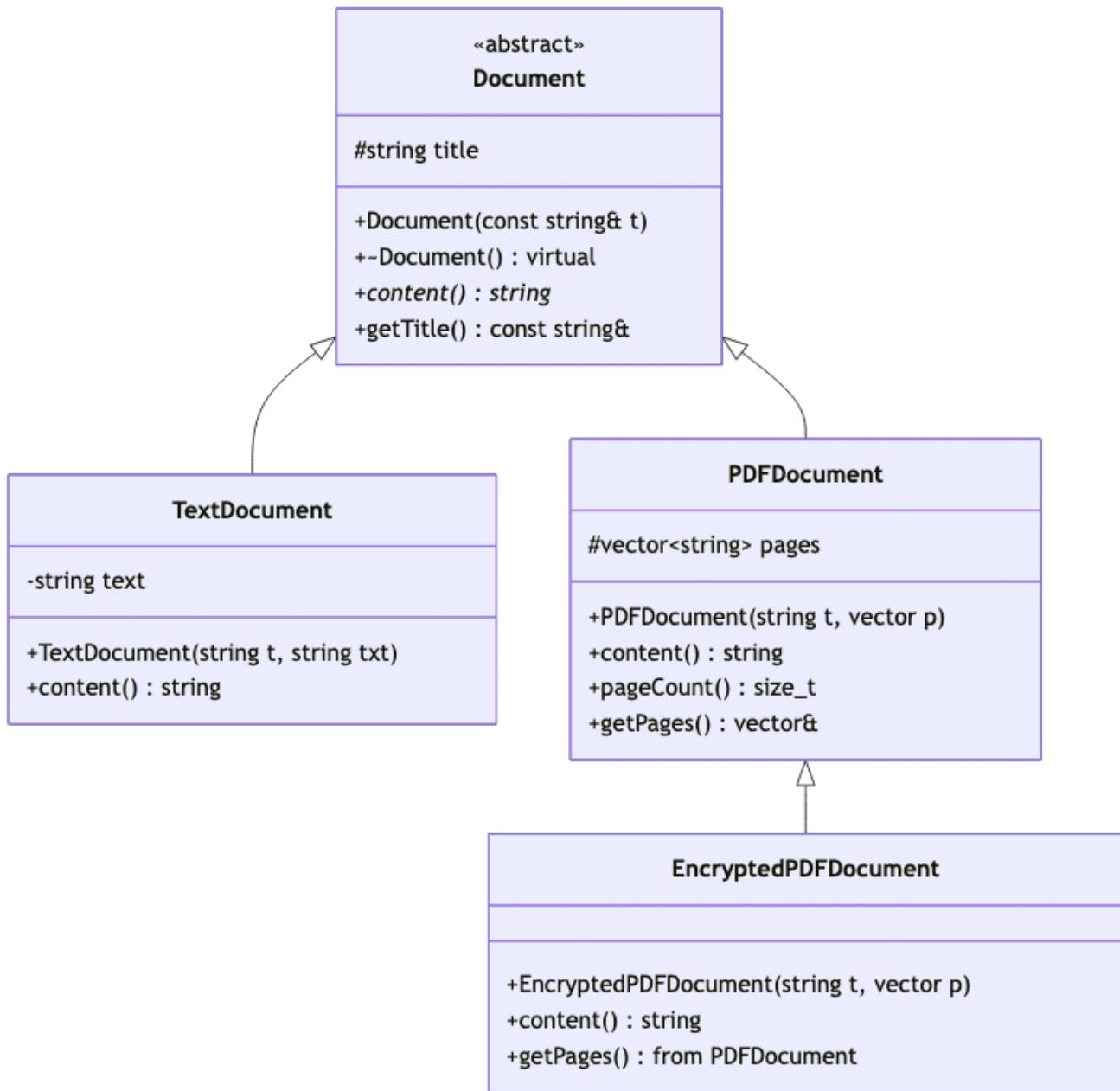


Figure 1: Document 继承层次结构

图 2: StatCollector 继承层次

展示统计器的继承关系: 抽象基类 StatCollector 和使用策略模式的 PredicateCounter。

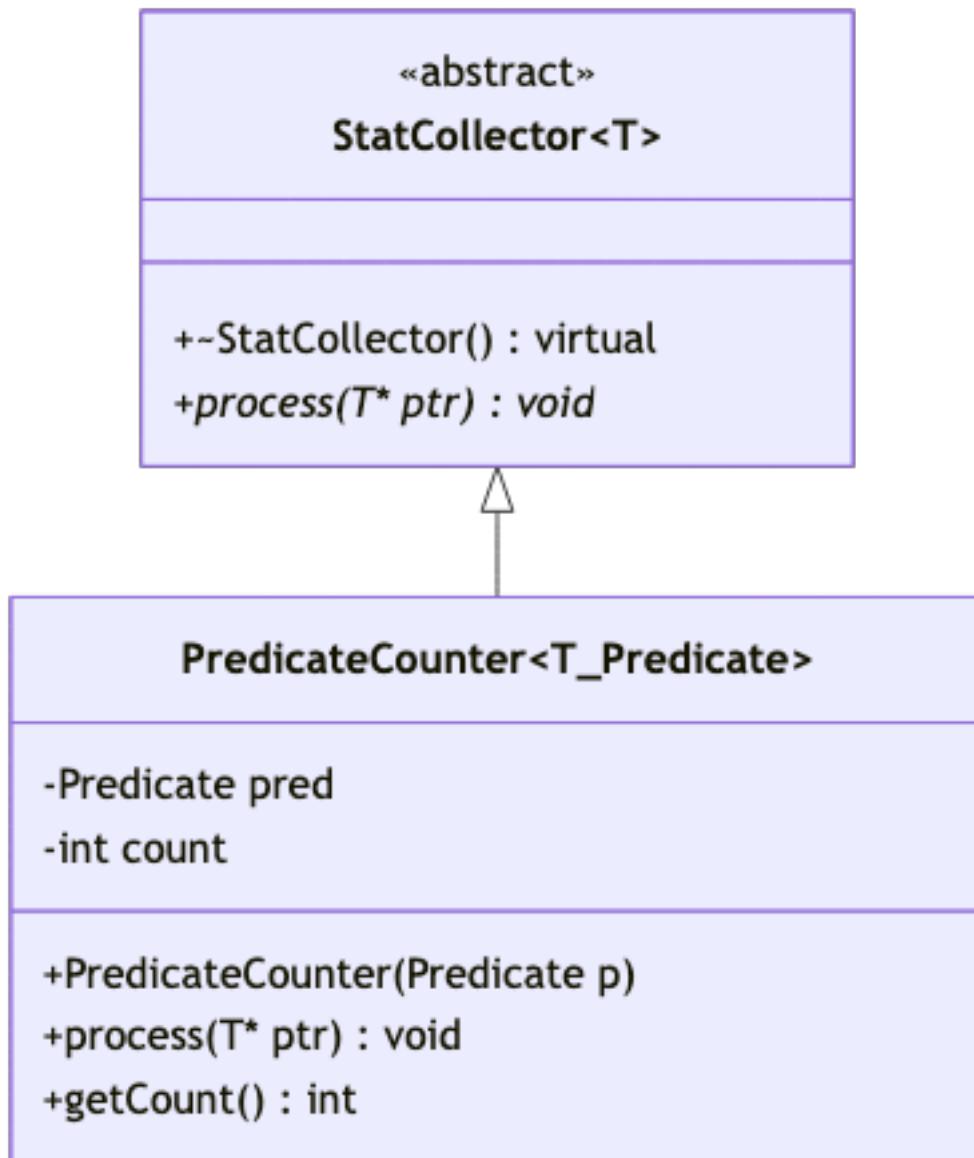


Figure 2: StatCollector 继承层次

### 图 3: Iterator 类

展示两个迭代器类: TransformerIterator (转换迭代器) 和 StatCollectorIterator (统计迭代器)。

TransformerIterator<CONTAINER_Transformer>	StatCollectorIterator<CONTAINER>
<pre>-const CONTAINER&amp; container -const_iterator current -Transformer transformer</pre>	<pre>-CONTAINER&amp; container -iterator it</pre>
<pre>+TransformerIterator(CONTAINER c, Transformer t) +operator++() : void +goodbon() : bool +operator*() : string</pre>	<pre>+StatCollectorIterator(CONTAINER c) +run(Collector&amp; col) : void +goodbon() : bool</pre>

Figure 3: Iterator 类

### 图 4: Transformer 函数对象族

展示 5 种转换器函数对象，它们都实现 operator()(Document\* doc)。

<pre>«functor» IdentityTransformer</pre>	<pre>«functor» UppercaseTransformer</pre>	<pre>«functor» EpsteinNameTransformer</pre>	<pre>«functor» ReverseWordTransformer</pre>	<pre>«functor» InversePdfPagesTransformer</pre>
<pre>+operator()(Document* doc) : string</pre>	<pre>+operator()(Document* doc) : string</pre>	<pre>+operator()(Document* doc) : string</pre>	<pre>+operator()(Document* doc) : string</pre>	<pre>+operator()(Document* doc) : string</pre>

Figure 4: Transformer 函数对象族

### 图 5: Predicate 函数对象族

展示 3 种谓词函数对象，用于类型检查和统计。

<pre>«functor» IsA&lt;Target&gt;</pre>	<pre>«functor» WordCountPredicate</pre>	<pre>«functor» PageCountPredicate</pre>
	<pre>-int totalWords</pre>  <pre>+WordCountPredicate() +operator()(Document* doc) : void +getCount() : int</pre>	<pre>-int totalPages</pre>  <pre>+PageCountPredicate() +operator()(Document* doc) : void +getCount() : int</pre>

Figure 5: Predicate 函数对象族

### 图 6: 整体关系图 (简化)

展示所有模块之间的关系：文档、转换器、谓词、迭代器、统计器。

## Document.h

文档类层次结构：抽象基类 Document 及其派生类

```
#ifndef DOCUMENT_H  
#define DOCUMENT_H
```

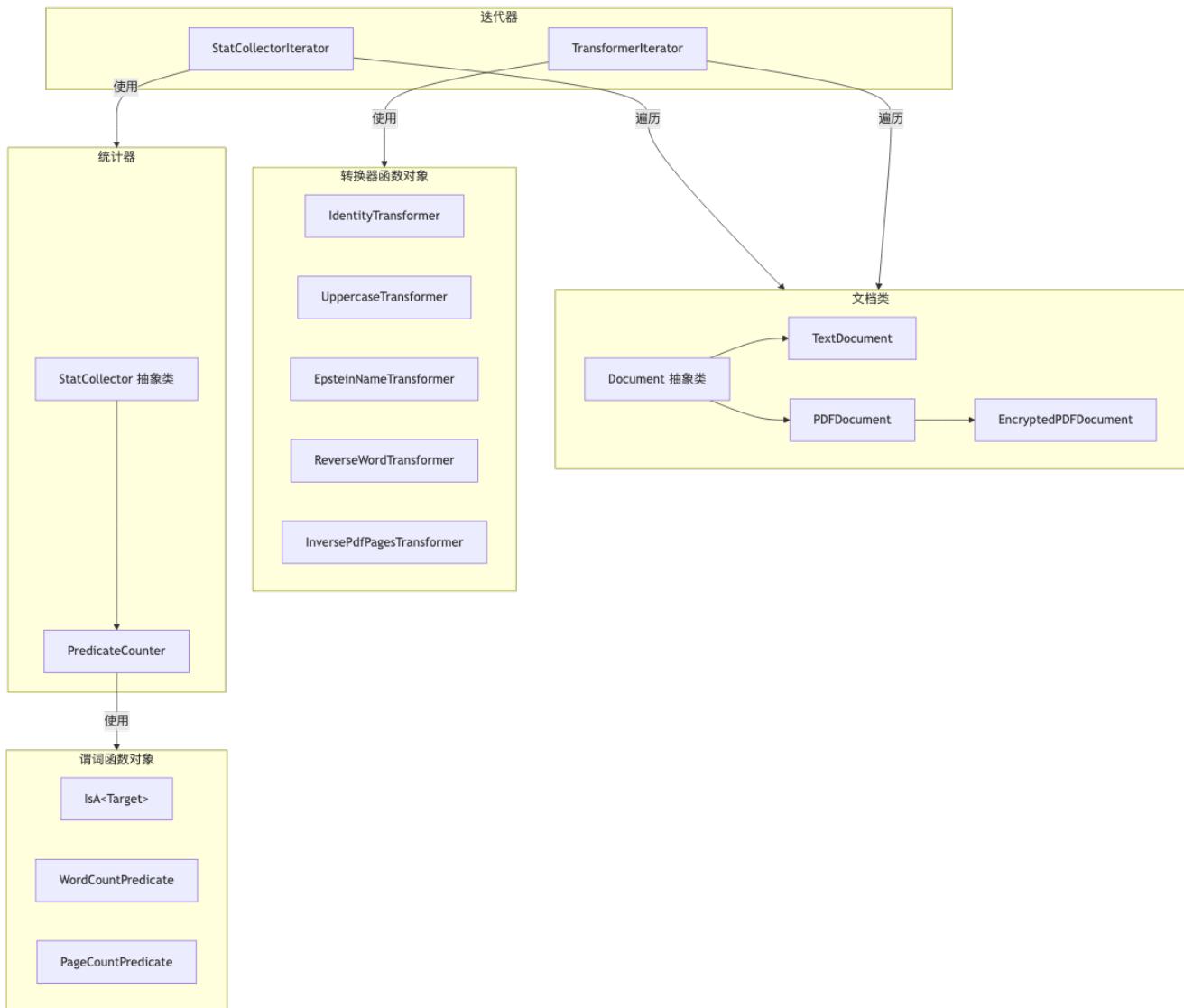


Figure 6: 整体关系图

```

#include <string>
#include <vector>
#include <iostream>

/* =====
 * 抽象基类: Document
 * ===== */
class Document {
protected:
    std::string title;

public:
    Document(const std::string& t) : title(t) {}
    virtual ~Document() {}

    virtual std::string content() const = 0;

    const std::string& getTitle() const { return title; }
};

/* =====
 * TextDocument
 * ===== */
class TextDocument : public Document {
    std::string text;

public:
    TextDocument(const std::string& t, const std::string& txt)
        : Document(t), text(txt) {}

    std::string content() const override {
        return text;
    }
};

/* =====
 * PDFDocument
 * ===== */
class PDFDocument : public Document {
protected:
    std::vector<std::string> pages;

public:
    PDFDocument(const std::string& t,
                const std::vector<std::string>& p)
        : Document(t), pages(p) {}

    std::string content() const override {
        std::string result;
        for (std::size_t i = 0; i < pages.size(); ++i) {
            result += "Page ";
            result += std::to_string(i + 1);
            result += ": ";
            result += pages[i];
            result += "; ";
        }
    }
}

```

```

        return result;
    }

    std::size_t pageCount() const {
        return pages.size();
    }

    std::vector<std::string>& getPages() {
        return pages;
    }

    const std::vector<std::string>& getPages() const {
        return pages;
    }
};

/* =====
 * EncryptedPDFDocument
 * ===== */
class EncryptedPDFDocument : public PDFDocument {
public:
    EncryptedPDFDocument(const std::string& t,
                         const std::vector<std::string>& p)
        : PDFDocument(t, p) {}

    std::string content() const override {
        return "[ENCRYPTED PDF CONTENT]";
    }

    // 继承 getPages(), 仍然可以统计页数
    using PDFDocument::getPages;
};

#endif

关键点: - Document 是抽象基类, 纯虚函数 content() - TextDocument 存储纯文本 - PDFDocument 存储页面向量 - EncryptedPDFDocument 重写 content() 返回加密提示

```

---

## StatCollectors.h

统计器抽象基类和谓词计数器

```

#ifndef STAT_COLLECTORS_H
#define STAT_COLLECTORS_H

// =====
// 抽象统计器
// =====
template<class T>
class StatCollector {
public:
    virtual ~StatCollector() = default;
    virtual void process(T* ptr) = 0;
};

// =====

```

```

// PredicateCounter
// 使用 "谓词对象" 的统计器
// =====
template<class T, class Predicate>
class PredicateCounter : public StatCollector<T> {
    Predicate pred;
    int count;

public:
    PredicateCounter(const Predicate& p)
        : pred(p), count(0) {}

    void process(T* ptr) override {
        if (pred(ptr)) { // 这里正是 operator()
            ++count;
        }
    }

    int getCount() const {
        return count;
    }
};

#endif

```

关键点: - StatCollector<T> 是抽象基类, 定义统计框架 - PredicateCounter 使用谓词对象作为策略 - 在 process() 中调用谓词的 operator()

---

## Predicates.h

各种谓词函数对象

```

#ifndef PREDICATES_H
#define PREDICATES_H

#include "Document.h"

// =====
// 通用谓词对象 IsA<Target>
// =====
template<class Target>
class IsA {
public:
    template<class T>
    bool operator()(T* ptr) const {
        return dynamic_cast<Target*>(ptr) != nullptr;
    }
};

// =====
// 统计文本单词数的谓词
// 仅对 TextDocument 有效
// =====
class WordCountPredicate {
    int totalWords;
public:

```

```

WordCountPredicate() : totalWords(0) {}

void operator()(Document* doc) {
    TextDocument* td = dynamic_cast<TextDocument*>(doc);
    if (!td) return;

    std::istringstream iss(td->content());
    std::string word;
    while (iss >> word) ++totalWords;
}

int getCount() const { return totalWords; }
};

// =====
// 统计 PDF 页数的谓词
// 仅对 PDFDocument 或 EncryptedPDFDocument 有效
// =====

class PageCountPredicate {
    int totalPages;
public:
    PageCountPredicate() : totalPages(0) {}

    void operator()(Document* doc) {
        PDFDocument* pdf = dynamic_cast<PDFDocument*>(doc);
        EncryptedPDFDocument* epdf = dynamic_cast<EncryptedPDFDocument*>(doc);
        if (pdf) totalPages += pdf->getPages().size();
        else if (epdf) totalPages += epdf->getPages().size();
    }

    int getCount() const { return totalPages; }
};
#endif

```

关键点: - IsA<Target> 使用 dynamic\_cast 进行类型检查 - WordCountPredicate 和 PageCountPredicate 内部维护计数状态 - 所有谓词都实现 operator(), 是函数对象

---

## TransformerIterator.h

转换迭代器: 遍历容器并应用转换

```

#ifndef TRANSFORMER_ITERATOR_H
#define TRANSFORMER_ITERATOR_H

#include <string>

template <class CONTAINER, class Transformer>
class TransformerIterator
{
private:
    // CONTAINER 泛型到时候应该就是 vector
    const CONTAINER &container;
    typename CONTAINER::const_iterator current;
    Transformer transformer;

```

```

public:
    TransformerIterator(const CONTAINER &c, Transformer t)
        : container(c), current(container.begin()), transformer(t) {}

    void operator++()
    {
        ++current;
    }

    bool goodbon() const
    {
        return current != container.end();
    }

    std::string operator*() const
    {
        return transformer(*current);
    }
};

#endif

```

关键点: - 泛型设计: CONTAINER 和 Transformer 都是模板参数 - operator\*() 调用 transformer(\*current) 进行转换 - 不修改原始容器, 只返回转换结果

---

## StatCollectorIterator.h

统计迭代器: 遍历容器并应用统计器

```

#ifndef STATCOLLECTORITERATOR_H
#define STATCOLLECTORITERATOR_H

#include <iterator>

template<class CONTAINER>
class StatCollectorIterator {
    CONTAINER& container;
    typename CONTAINER::iterator it;
public:
    StatCollectorIterator(CONTAINER& c)
        : container(c), it(container.begin()) {}

    template<class Collector>
    void run(Collector& col) {
        for (it = container.begin(); it != container.end(); ++it) {
            col.process(*it);
        }
    }

    bool goodbon() const {
        return it != container.end();
    }
};

#endif

```

关键点: - run() 方法接受任何实现了 process() 的统计器 - 遍历整个容器, 对每个元素调用 col.process() - 统计结果累积在 Collector

## Transformers.h

各种转换器函数对象

```
#ifndef TRANSFORMERS_H
#define TRANSFORMERS_H

#include "Document.h"
#include <algorithm>
#include <sstream>

/* ====== 工具函数 ====== */

// 不需要掌握
std::string toUpper(const std::string& s) {
    std::string r = s;
    for (std::string::iterator it = r.begin(); it != r.end(); ++it) {
        if (*it >= 'a' && *it <= 'z') {
            *it = *it - 'a' + 'A';
        }
    }
    return r;
}

// 不需要掌握
std::string reverseWords(const std::string& s) {
    std::istringstream iss(s);
    std::ostringstream oss;
    std::string word;

    bool first = true;
    while (iss >> word) {
        std::reverse(word.begin(), word.end());
        if (!first) oss << " ";
        oss << word;
        first = false;
    }
    return oss.str();
}

/* ======
 * Transformer 0: IdentityTransformer
 * 任意 Document → 原始 content()
 * ====== */

class IdentityTransformer {
public:
    std::string operator()(Document* doc) const {
        if (!doc) return "";
        return doc->content();
    }
};

/* ======
```

```

* Transformer 1: 大写 (仅 TextDocument)
* ===== * /

class UppercaseTransformer {
public:
    std::string operator()(Document* doc) const {
        TextDocument* td = dynamic_cast<TextDocument*>(doc);
        if (!td) return "NOT A TEXT FILE";
        return toUpper(td->content());
    }
};

/ * =====
* Transformer 2: Epstein 替换规则 (仅 TextDocument)
* ===== * /

class EpsteinNameTransformer {
public:
    std::string operator()(Document* doc) const {
        TextDocument* td = dynamic_cast<TextDocument*>(doc);
        if (!td) return "NOT A TEXT FILE";

        std::string txt = td->content();

        if (txt == "Trump") {
            return "MR.BUNNY";
        }
        if (txt == "Clinton") {
            return "MR.RABBIT";
        }
        return txt;
    }
};

/ * =====
* Transformer 3: 单词反转 (仅 TextDocument)
* ===== * /

class ReverseWordTransformer {
public:
    std::string operator()(Document* doc) const {
        TextDocument* td = dynamic_cast<TextDocument*>(doc);
        if (!td) return "NOT A TEXT FILE";
        return reverseWords(td->content());
    }
};

/ * =====
* Transformer 4: InversePdfPagesTransformer (就地修改)
* PDF / EncryptedPDF 都适用
* 直接反转 pdf->pages
* ===== * /

class InversePdfPagesTransformer {
public:
    std::string operator()(Document* doc) const {

```

```

auto* pdf = dynamic_cast<PDFDocument*>(doc);
if (!pdf) return "NOT A PDF FILE";

auto& pages = pdf->getPages();
std::reverse(pages.begin(), pages.end());

return pdf->content();
};

};

#endif

```

关键点:- 所有 Transformer 都实现 operator() (Document\* doc) - 大部分使用 dynamic\_cast 检查类型 - IdentityTransformer 对所有类型有效 - 其他 Transformer 针对特定文档类型 - InversePdfPagesTransformer 是唯一会修改原始文档的转换器

---

## 设计模式总结

### 1. 策略模式 (Strategy Pattern)

- Transformer 函数对象族: 可互换的转换算法
- Predicate 函数对象族: 可互换的判断/统计策略

### 2. 迭代器模式 (Iterator Pattern)

- TransformerIterator: 遍历并转换
- StatCollectorIterator: 遍历并统计

### 3. 模板方法模式 (Template Method Pattern)

- StatCollector: 定义统计框架
- PredicateCounter: 使用谓词策略实现具体统计

### 4. 函数对象模式 (Functor)

- 所有 Transformer 和 Predicate 都是函数对象
- 可以携带状态 (如 PredicateCounter 的 count)
- 类型安全且可内联优化

### 5. 继承层次

```

Document (abstract)
  TextDocument
    PDFDocument
      EncryptedPDFDocument

```

```

StatCollector<T> (abstract)
  PredicateCounter<T, Predicate>

```