

# 第三讲 软件缺陷分析基础

---

李宁

2020.4

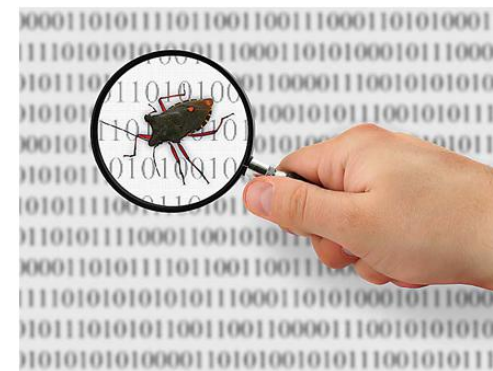
## 1. 软件缺陷概念

## 2. 软件缺陷管理

## 3. 软件缺陷分类体系

## 4. 软件缺陷基础分析

# 葛丽丝和软件臭虫



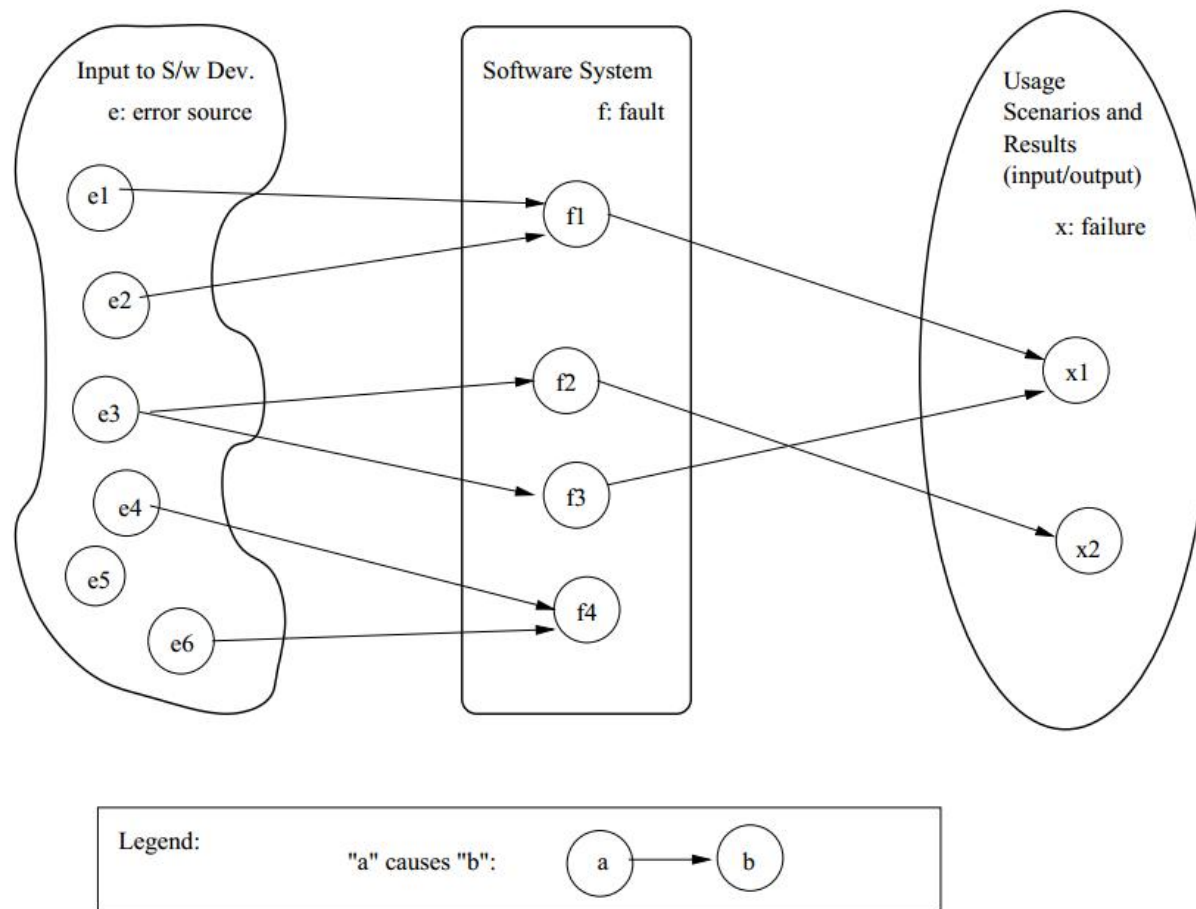
# 1. 软件缺陷分析基础

## • 软件故障、失效、错误和缺陷

- **错误 (Error)**: A human action that produces an incorrect result. This is also sometimes referred to as **Mistake**.
- **故障 (Fault)**: A manifestation of an error in software, also known as **Defect** or **Bug**.
- **失效 (Failure)**: A deviation of the software from its expected delivery or service.

# 1. 软件缺陷分析基础

## • 软件错误、故障、失效和缺陷



Relations: errors  $\rightarrow$  faults  $\rightarrow$  failures

# 1. 软件缺陷分析基础

## •故障、失效、错误和缺陷 (软件异常分类指南 GB/T 32422-2015)

### 3.3

#### 缺陷 defect

工作产品中出现的瑕疵或缺点,导致软件产品无法满足用户需求或者规格说明,需要修复或者替换。

例如:a)生存周期的早期阶段发现的遗漏或者缺点;b)软件包含的故障,该软件由于不够成熟而导致操作不成功。

[IEEE Std 1044:2009,第 2 章]

### 3.4

#### 差错 error

产生不正确结果的人为动作。

[IEEE Std 1044:2009,第 2 章]

### 3.5

#### 失效 failure

产品运行时所需要的功能被终止或者产品无法在规定的限制内成功运行。

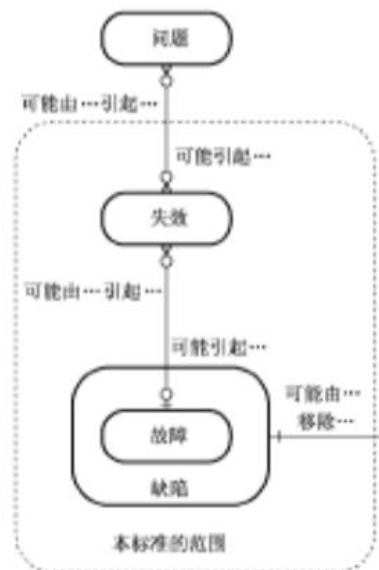
[IEEE Std 1044:2009,第 2 章]

### 3.6

#### 故障 fault

软件中差错的表现形式。

[IEEE Std 1044:2009,第 2 章]



# 1. 软件缺陷分析基础

## ➤ 典型的错误

- 误解或遗漏了用户需求
- 设计没有完整的实现软件需求
- 程序设计错误

## ➤ 典型的软件缺陷

- 数组越界使用
- 计算表达式错误
- 算法实现错误
- 执行了多余的循环

1. 软件缺陷概念

2. 软件缺陷管理

3. 软件缺陷分类体系

4. 软件缺陷基础分析



## 2. 软件缺陷管理

**Bugzilla@Mozilla**New Account | Log In | Forgot Password**mozilla**

Home New Browse Search  **Search** [help] Reports Product Dashboard

INSTANT SEARCHSIMPLE SEARCH**ADVANCED SEARCH**GOOGLE SEARCH

Hover your mouse over each field label to get help for that field.

**Summary:** contains all of the strings  **Search**

**Classification:**

- Client Software
- Components
- Server Software
- Other
- Graveyard

**Product:**

- AUS
- Boot2Gecko Graveyard
- Bugzilla**
- bugzilla.mozilla.org
- Calendar
- Camino Graveyard
- CCK
- Chat Core
- Community Building

**Component:**

- Administration
- Attachments & Requests
- Bug Import/Export & Moving
- Bugzilla-General
- bugzilla.org
- Creating/Changing Bugs
- Database
- Dependency Views
- Documentation

**Status:**

- UNCONFIRMED
- NEW
- ASSIGNED
- REOPENED
- RESOLVED
- VERIFIED
- CLOSED

**Resolution:**

- 
- FIXED**
- INVALID
- WONTFIX
- DUPLICATE**
- WORKSFORME
- INCOMPLETE
- SUPPORT
- EXPIRED

► **Detailed Bug Information** Narrow results by the following fields: Comments, URL, Whiteboard, Keywords, Bug Numbers, Version, Target Milestone, Severity, Priority, Hardware, OS

▼ **Search By People** Narrow results to a role (i.e. Assignee, Reporter, Commenter, etc.) a person has on a bug

**Any of:**

- ☐ the Bug Assignee
- ☐ the Reporter
- ☐ the QA Contact
- ☐ a CC list member
- ☐ a Commenter

**Any of:**

- ☐ the Bug Assignee
- ☐ the Reporter
- ☐ the QA Contact
- ☐ a CC list member
- ☐ a Commenter

**Any of:**

- ☐ the Bug Assignee
- ☐ the Reporter
- ☐ the QA Contact
- ☐ a CC list member
- ☐ a Commenter

8

## 2. 软件缺陷管理

Bugzilla@Mozilla

New Account | Log In | Forgot Password

mozilla

Home New Browse Search  Search [help] Reports Product Dashboard

Sun Apr 19 2015 01:04:38 PDT

Component: Bookmarks & History Product: Firefox Resolution: ---

This result was limited to 500 bugs. [See all search results for this query.](#)

ID	Product	Comp	Assignee	Status	Resolution	Summary	Changed
612313	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Application freeze (and maybe crash) while adding a too long description in a property of a bookmark.	2010-11-18
1067546	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Firefox hangs/crashes when all entries in history are selected	2014-11-19
628630	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	Firefox doesn't store history of visited pages, as implied, but instead opened pages.	2014-05-01
958848	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	bookmarks: Deleting of couple of separators delete whole folder	2015-03-31
900606	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	Update to v22 removed all bookmarks; Search button does not work	2013-12-05
346003	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	History of firefox is lost when disk is full, notify user?	2014-02-23
1077844	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	Clearing all bookmarks hangs Firefox	Mon 08:50
607524	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	on page with long <title>, click bookmark star twice and after a few seconds firefox distorts	2010-11-17
566179	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Cmd+Tab while "Bookmarks backup filename" dialog is open causes Firefox to hang	2014-06-15
993314	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Remove the timeout(0) workaround from BookmarkHTMLUtils once Task.jsm uses the new promises	2014-04-01
1119183	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	hangs if more than 77 "Confirm setting cookie" windows are open	2015-01-29
635466	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Bookmark toolbar menu items do not work while page is loading	2011-07-07
761639	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	Live bookmarks will self-destruct after FF-Restart	2012-06-13
688111	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Toolbar-Customizing errors & *hang* related to menu-bar (reproducible in last nightly).	2011-09-24
596639	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	deleting entry from history deletes subdomains	2012-05-02
506296	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Bookmark titles disappear in the new folder window	2009-11-26
1120110	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Standardize default output folder for adding bookmarks by various methods	2015-01-12
613187	Firefox	Bookmarks & History	nobody	NEW	---	Fix wrong item type for roots in maintenance	2011-10-28
725639	Firefox	Bookmarks & History	nobody	UNCO	---	Folder missing with feeds after Firefox 10 update	2013-02-12

```
graph TD
    UNCONFIRMED -- "New bug from a user with canconfirm or a product without UNCONFIRMED state" --> UNCONFIRMED
    UNCONFIRMED -- "Bug confirmed or receives enough votes" --> NEW
    UNCONFIRMED -- "Bug is reopened, was never confirmed" --> UNCONFIRMED
    UNCONFIRMED -- "Developer takes possession" --> ASSIGNED
    UNCONFIRMED -- "Development is finished with bug" --> RESOLVED
    UNCONFIRMED -- "Bug is closed" --> CLOSED
    NEW -- "Ownership is changed" --> ASSIGNED
    NEW -- "Developer takes possession" --> ASSIGNED
    ASSIGNED -- "Development is finished with bug" --> RESOLVED
    ASSIGNED -- "Developer takes possession" --> ASSIGNED
    RESOLVED -- "Issue is resolved" --> REOPEN
    RESOLVED -- "QA not satisfied with solution" --> REOPEN
    RESOLVED -- "QA verifies solution worked" --> VERIFIED
    REOPEN -- "Bug is reopened" --> UNCONFIRMED
    REOPEN -- "Bug is reopened" --> REOPEN
    VERIFIED -- "Bug is closed" --> CLOSED
    VERIFIED -- "Bug is reopened" --> UNCONFIRMED
    VERIFIED -- "Bug is reopened" --> REOPEN
    VERIFIED -- "Bug is closed" --> CLOSED
    VERIFIED -- "Bug is reopened" --> UNCONFIRMED
    VERIFIED -- "Bug is reopened" --> REOPEN
    VERIFIED -- "Bug is closed" --> CLOSED
```

Unconfirmed:	未确认
New:	新提交
Assigned:	分配完毕
Resolved:	已解决
Verified:	已验证
Reopen:	重开
Closed:	关闭

10

## 2. 软件缺陷管理

### ■ 软件缺陷管理过程 – 缺陷的解决方案

No	解决方案名称 (Resolution)	说明
1	已修正 (Fixed)	提交的问题已经修改。
2	不是问题 (Invalid)	提交的问题不是一个缺陷。
3	无法修改 (Wontfix)	提交的问题将永远不会被修复。
4	重复 (Duplicate)	提交的问题是一个存在的缺陷的复件。
5	无法重现 (Worksforme)	提交的问题无法重现。
6	不完整 (Incomplete)	问题的描述信息不完整，无法继续调查。
7	以后解决 (Later)	提交的问题将不会在本版本中解决。
8	过期 (Expired)	提交的问题已经过期。



## 2 软件缺陷管理

### ■ 软件缺陷管理过程 – 缺陷的解决方案

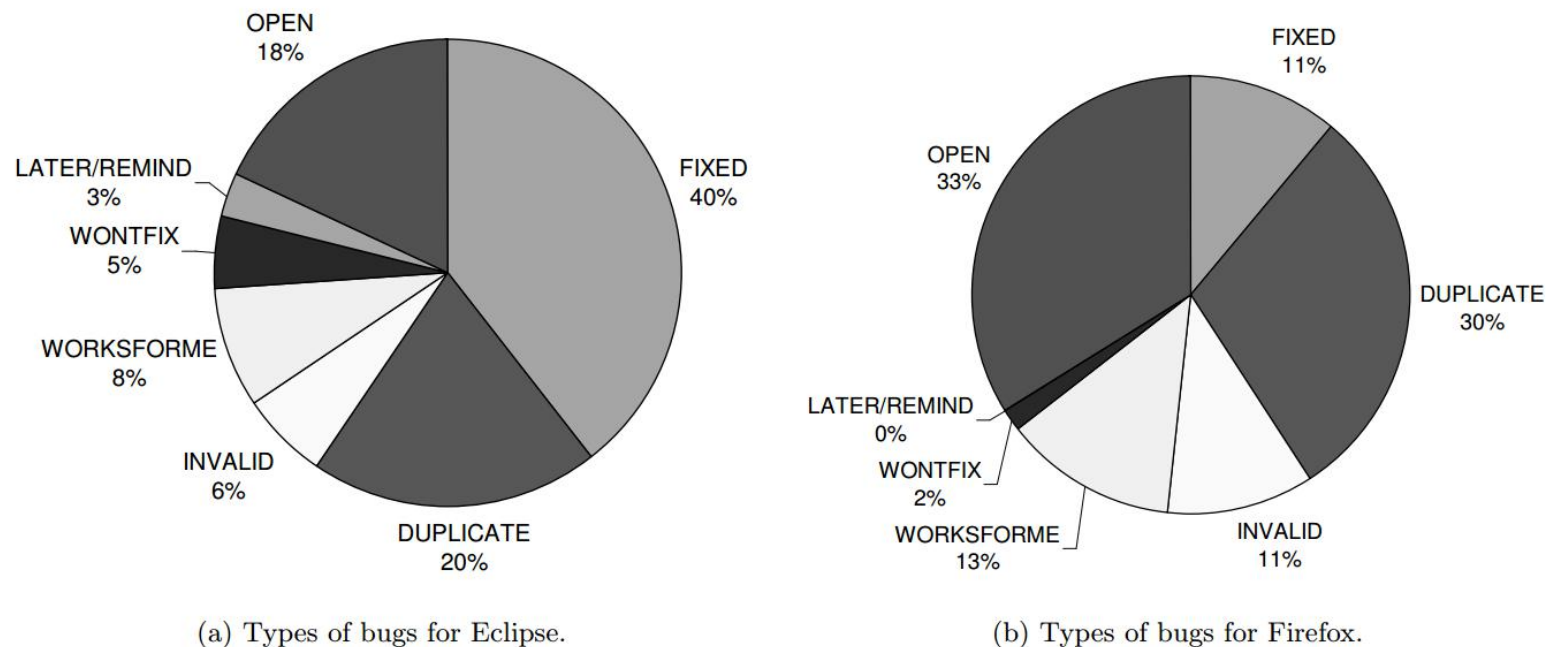


Figure 1: Proportion of bug types for Eclipse and Firefox.

cited from: Coping with an open bug repository(2005)

# 2 软件缺陷管理

## ■ 软件缺陷管理过程

- ✓ 开发团队的管理
- ✓ 第三方测试团队的管理

1. 软件缺陷概念

2. 软件缺陷管理

3. 软件缺陷分类体系

4. 软件缺陷基础分析

# 3 软件缺陷分类体系

## □ 通用的缺陷分类

- ✓ ODC (Orthogonal Defect Classification, IBM)
- ✓ 国家标准 软件工程 软件异常分类指南 2015
- ✓ 国家军用标准GJB437
- ✓ Putnam等人提出的分类(1992)
- ✓ Beizer的分类
- ✓ ...

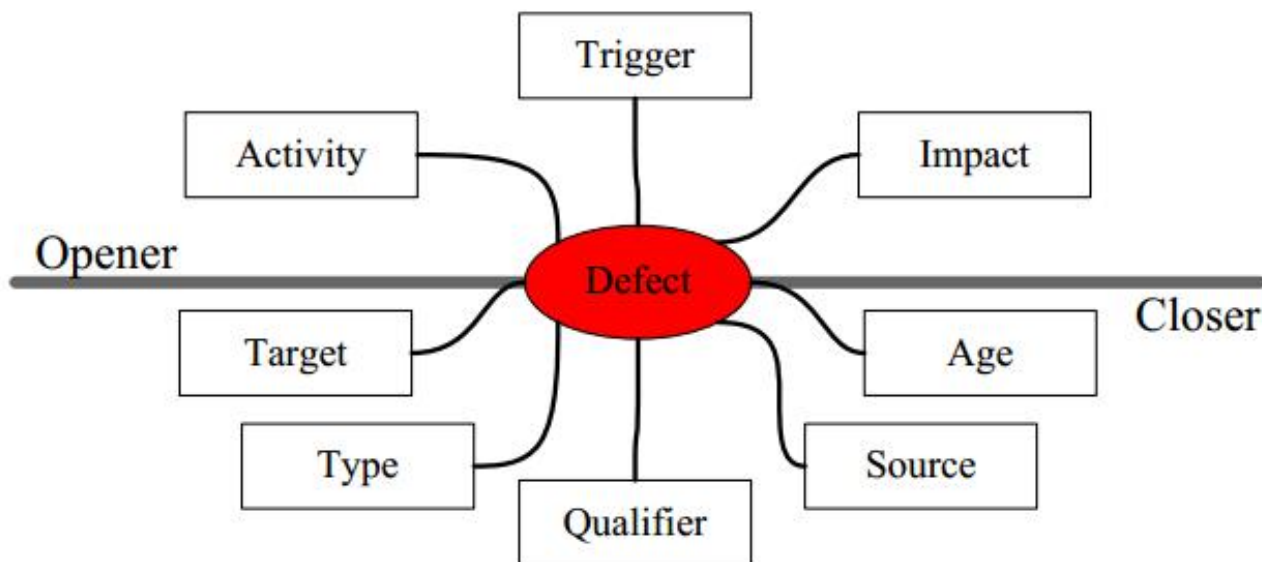
## □ 专用领域的缺陷分类

- ✓ UML defect
- ✓ Usability defect
- ✓ web defect
- ✓ concurrency defect
- ✓ black-box defect
- ✓ ...



# 3 软件缺陷分类体系

## □ ODC (Orthogonal Defect Classification, IBM)



Opener: 活动、触发、影响 (测试者, Failure View)

Closer: 年龄、来源、限定词、类型、目标 (修正者, Fault View)

参考Jeff Tian Book: Chapter 20

# 3 软件缺陷分类体系

## □ ODC (Orthogonal Defect Classification, IBM)

### For Opener

- **Activity**: 缺陷被发现时实际进行的软件开发活动，包括Design Review、Code Inspection、UnitTest、FunctionTest and SystemTest。
- **Trigger**: 发现该缺陷时的环境、条件或者想法。包括设计一致性 (Design Conformance)、Backward Compatibility等21个值。
- **Impact**: 可能对用户的哪些方面产生影响。包括Reliability、Usability、Performance等。

# 3 软件缺陷分类体系

## □ ODC (Orthogonal Defect Classification, IBM)

### For Closer

- **Age**: 缺陷产生的时间, 包括Base、New、Rewritten、ReFixed。
- **Source**: 发现的缺陷是出现在哪里? Reused From Library、Ported、Outsourced、Developed In-House。
- **Qualifier**: 所进行的修复应归于什么原因: Missing、Incorrect、Extraneous (外来代码信息)。
- **Type**: 实际修正代码的具体内容, 包括: Assign/Init、Checking、Alg/Method、Func/Class/Object、Timing/Serial、Interface/0-0 Messages、Relationship。
- **Target**: 被修复的高层实体, 包括design和code两个值。

# 3 软件缺陷分类体系

## □ 国家军用标准GJB437

### 分类视角：错误的来源

- ✓ 程序错误
- ✓ 文档错误
- ✓ 设计错误

## □ IEEE的软件异常分类标准：

### 分类视角：调查步骤

- ✓ 逻辑问题
- ✓ 计算问题
- ✓ 接口\时序问题
- ✓ 数据处理问题
- ✓ 数据问题
- ✓ 文档问题
- ✓ 文档质量问题
- ✓ 强化问题

# 3 软件缺陷分类体系

## □ 国家标准 软件工程 软件异常分类指南 GB/T 32422-2015

### 3.3

#### 缺陷 defect

工作产品中出现的瑕疵或缺点,导致软件产品无法满足用户需求或者规格说明,需要修复或者替换。

例如:a)生存周期的早期阶段发现的遗漏或者缺点;b)软件包含的故障,该软件由于不够成熟而导致操作不成功。

[IEEE Std 1044:2009,第 2 章]

ICS 35.040  
L 77



中华人民共和国国家标准

GB/T 32422—2015

软件工程 软件异常分类指南

Software engineering—Guideline of classification for software anomalies

表 2 失效分类属性

属性	属性码	定义
失效 ID	SHXI	失效的唯一标识
状态	ZTSX	失效报告生存周期内的当前状态,见表 B.1
标题	BITI	对失效描述的简要说明
描述	MSSX	对异常行为及其发生条件的完整信息说明,包括在失效发生前出现的事件序列和用户操作
环境	HUJI	发现失效时操作环境的标识
配置	PEZH	发现失效的配置项信息,如相关产品、版本标识
征兆	ZHZH	失效的表现形式,见表 B.2
严重性	YZSX	失效的最大影响程度,见表 B.3
分析	FEXI	失效调查的最终结果
处置结果	CZSX	失效报告的最终处理方式,见表 B.4
发现者	FXZH	发现失效的人员

# 3 软件缺陷分类体系

## □ 国家标准 软件工程 软件异常分类指南 GB/T 32422-2015

表 A.10 实际原因

编码	值	描述
SJYY010000	产品(实际环境)	
SJYY010100	硬件	软件产品运行的硬件环境
SJYY010200	软件	软件产品
SJYY010300	数据	缺陷发生时使用的数据库产品或与软件产品相关的数据库
SJYY010400	接口	两个软件产品、软硬件、两个硬件产品之间的接口
SJYY010500	文档	任何与软件产品相关的文档,包括所有规格说明书、可交付使用的文档、培训材料、生产文档和维护文档
SJYY010600	优化	新需求或提升软件产品的能力
SJYY020000	测试环境	
SJYY020100	硬件	测试软件运行的硬件环境
SJYY020200	软件	测试软件、测试工具或测试案例
SJYY020300	数据	发生缺陷时使用的测试数据库
SJYY020400	接口	测试环境中的被测软件和软件产品间的接口缺陷
SJYY020500	文档	与测试软件相关的文档,如规格说明书、可交付使用的文档、培训材料、生产文档和维护文档

# 3 软件缺陷分类体系

## □ 国家标准 软件工程 软件异常分类指南 GB/T 32422-2015

表 A.11 原因分析

编码	值	描述
YYFX010000	逻辑	软件产品中未实现的逻辑或不正确的逻辑
YYFX010100	缺失的情况或步骤	
YYFX010200	重复的逻辑	
YYFX010300	未考虑的极端情况	
YYFX010400	不必要的功能	
YYFX010500	理解不正确	
YYFX010600	缺少条件测试	
YYFX010700	检查错误变量	
YYFX010800	迭代循环不正确	
YYFX020000	运算	算法的实现方式不正确
YYFX020100	不完整的/不正确的公式	
YYFX020101	缺少运算	
YYFX020102	公式中不正确的操作数	

# 3 软件缺陷分类体系

- 专用领域的缺陷分类
  - UML defect
  - Usability defect
  - Web defect
  - Concurrency defect
  - Black-box defect
  - Inspections defect
  - ...



## ➤ 热点问题调查



- 云环境下的软件典型缺陷分类？
- 移动APP软件的典型缺陷分类？

1. 软件缺陷概念
2. 软件缺陷管理
3. 软件缺陷分类体系
4. 软件缺陷基础分析

## ■ 缺陷分析



- 缺陷分析的目的是什么？
- 从缺陷中可以分析什么？
- 如何收集数据？
- 如何进行缺陷分析？
- 分析的结果有什么用？
- 怎样使分析结果的效用最大化？

## ■ 缺陷分析

### ■ 基于统计的基础分析

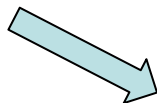
- 基于单一属性的统计分析
- 基于多属性的统计分析

### ■ 基于机器学习的高级分析

- 缺陷预测（数值预测、分类预测等）
- 故障定位
- 其他

## ■ 基于单属性的统计分析：主要分析视角

- 缺陷类型
- 测试视角
- 缺陷密度
- ...



- General defect analyses: Types
  - ▷ Distribution by type or area.
  - ▷ Trend over time.
  - ▷ Causal analysis.
  - ▷ Other analysis for classified data.

# 4 软件缺陷基础分析

## □ ODC单属性分析 - Web Error Analysis Example

### Defect Distribution Analysis

Error Type	Description	# of Errors
A	permission denied	2079
B	no such file or directory	14
C	stale NFS file handle	4
D	client denied by server config.	2
E	file does not exist	28631
F	invalid method in request	0
G	invalid URL in req. connection	1
H	mod_mime_magic	1
I	request failed	1
J	script not found or unable to start	27
K	connection reset by peer	0
all types		30760

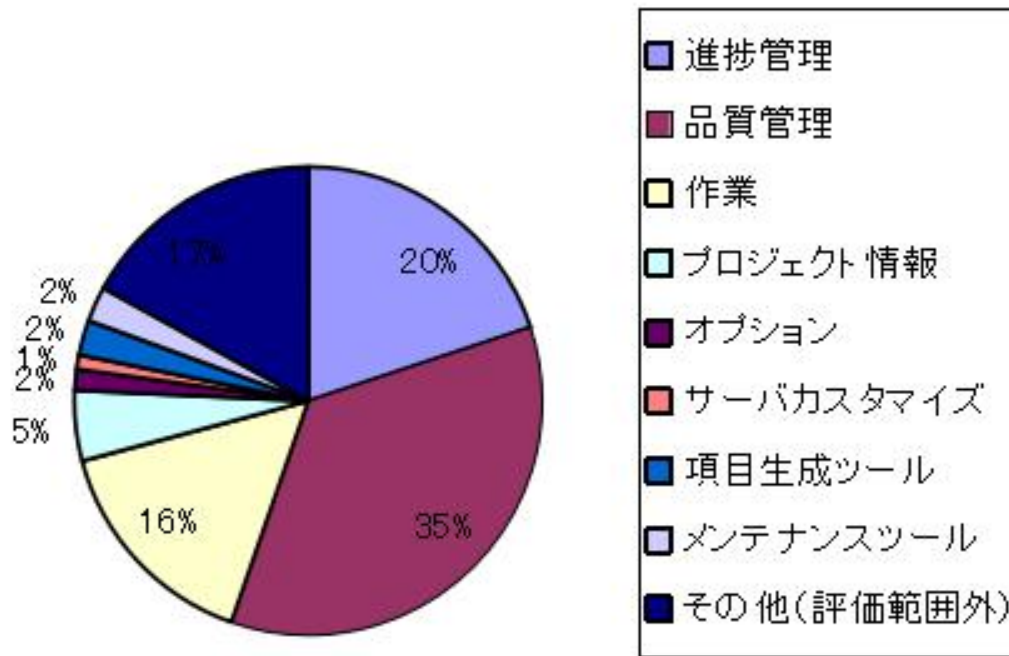
Type	Errors	%
.gif	12489	43.62
.class	4913	17.16
directory	4425	15.46
.html	3656	12.77
.jpg	1323	4.62
other	394	1.38
All	28631	100

## □ ODC分析 – Web Error Analysis Example

- Web error = observed failures, with causes already recorded in access/error logs.
- Key attributes mapped to ODC:
  - ▷ Error type = defect impact.
    - types in Table 20.1 (p.341)
    - response code (4xx) in access logs
  - ▷ Referring page = defect trigger.
    - individual pages with embedded links
    - classified: internal/external/empty
    - focus on internal problems
  - ▷ Missing file type = defect source
    - different fixing actions to follow.

# 4 软件缺陷基础分析

## ■ 基于单属性的统计分析

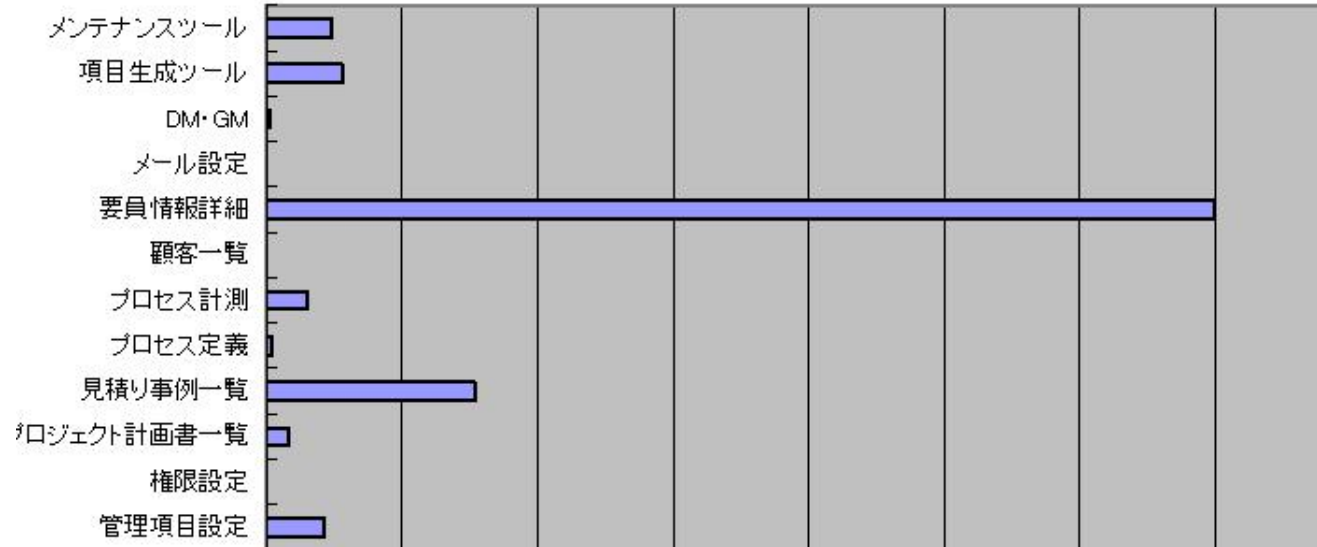




# 4 软件缺陷基础分析

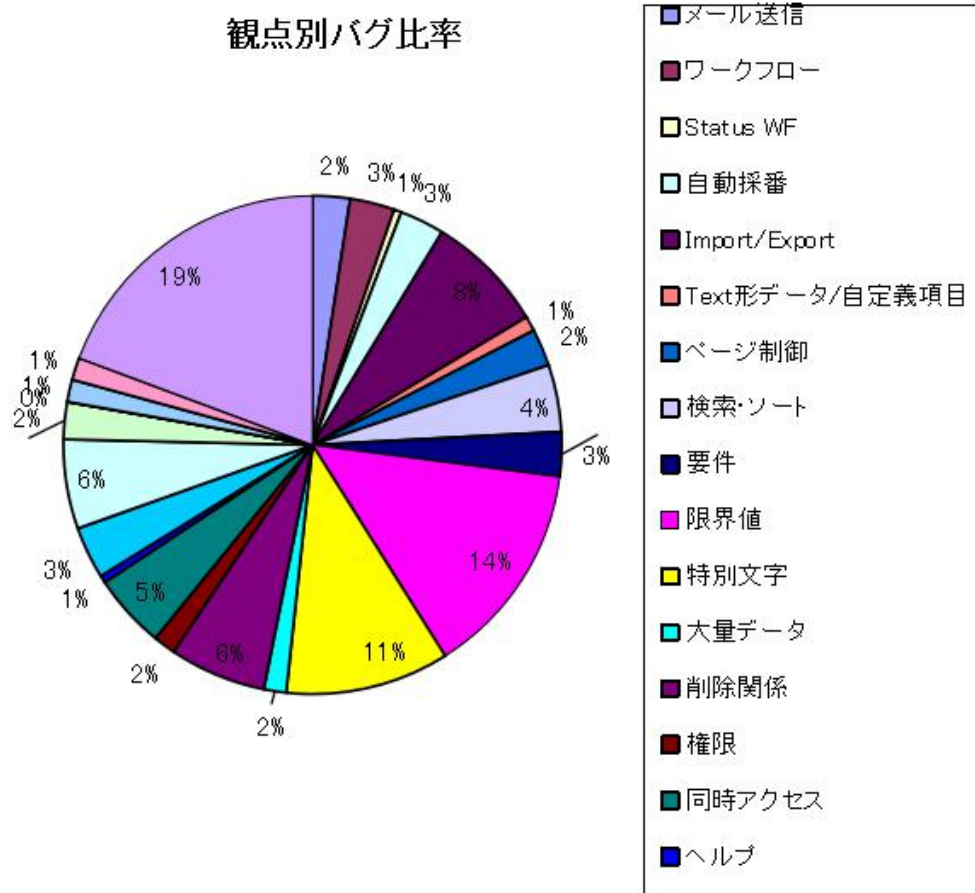
## ■ 基于单一属性的统计分析

バグ密度比較図



# 4 软件缺陷基础分析

## ■ 基于单属性的统计分析



# 4 软件缺陷基础分析

## ■ 基于多属性的统计分析

### 2-Way Analysis

Impact	Severity			
	1	2	3	4
Capability	2	12	13	1
Documentation	0	1	14	10
Installability	0	6	6	4
Maintainability	0	6	19	7
Migration	0	0	0	1
Performance	1	1	3	0
Reliability	27	96	66	7
Security	1	3	3	0
Service	0	0	4	4
Standards	0	1	2	1
Usability	0	10	44	19

---

**业精于勤，荒于嬉！**

---