

《软件项目与过程管理》

实验项目指导书

实验二 小型软件工程项目造价文件编制实验(软件规模度量实验)

一、实验目的

理解软件项目规模度量功能点法原理，通过实验掌握功能点法度量过程。

在本实验开始前，要求学生课外收集本实验所需使用的经济参数(包括但不限于：上海地区软件工程师综合单价人力成本、相关软件开发领域劳动生产率、直接非人力成本等参数)，同时，要求学生以小组为单位，根据本小组“软件项目与过程管理”课设项目的架构与组件等设计成果，测量课设项目规模(如功能点等)参数。选用一种功能点方法度量课程设计项目功能点，并且用另一种功能点方法予以验证。

本次实验为课内设计性实验项目，实验学时 1 学时。

二、实验设备

每位学生 PC 机一台(含 MS Excel 软件)。

三、实验原理

软件规模度量是软件项目成本估算以及软件项目经济评价的基础。

软件规模度量的方法主要有代码行法、功能点法、对象点法和用例点法等。

功能点法(Function point, 简称 FP)，是从软件系统功能特征的角度，测量软件规模的方法，以期克服代码行法的弱点。功能点法基于软件系统需求和设计模型分析，得到软件系统实现功能所具备的功能点，功能点的定义明确，功能点不仅数量反映了软件系统的复杂度及规模，也有利于软件系统间规模的比较。软件系统的功能点也可以转换为代码行，转换系数则取决于特定开发语言。

功能点法在演进过程中，先后有 5 种功能点法成为 ISO 国际标准，即 IFPUG、MARKII、COSMIC、NESMA 和 FiSMA 方法。目前在全球使用功能点方法的企业中，超过 90%使用 IFPUG 或 NESMA 方法，而 NESMA 方法中详细功能点方法与 IFPUG 方法基本等效。

本实验指导书中采用国际功能点用户组 IFPUG 功能点法，度量目标项目规模。建议按照以下步骤执行度量过程。

1.判定软件系统的工程类型

功能点对软件规模的测量可包含软件生命周期的整个过程，从软件需求、架构设计、构件设计、测试直至软件部署与维护，功能点测量软件系统规模的准确度逐步提高。功能点测量软件系统的工程类型有三种：新开发项目、增强(开发)项目以及应用程序功能点测量。

新开发项目：新开发项目功能点测量是指软件首次安装测量时，为用户提供的功能。这些功能既包括应用程序自身包含的功能点，也含有因数据转换所产生的功能点。新开发项目功能点的测量必须随着软件项目开发的深入而更新。后续测量不必从头进行，但必须核实已经确定的功能，并努力捕获新增功能，即通常所说的“范围延伸”。

增强(开发)项目：增强(开发)项目功能点测量是指对已有软件系统进行修改，由于新增功能、删除功能及改变功能而带给用户的功能组合。在增强(开发)项目中实施删除功能时，尽管软件规模缩小，但是工作量却可能成倍增加。增强(开发)项目功能点测量也可能包含因数据转换所产生的功能点。

应用程序功能点测量的对象是一个已安装的应用程序。这也称为基线计算值或者已安装计算值，用来评估应用程序当前为用户所提供的功能。一次任务的已安装应用程序总功能点测量值表征目前正被使用和维护的所有应用程序功能点的总和。

2.识别和确定系统的边界和范围

在功能点测量中，边界划分和确定是正确估算所测软件系统规模的重点和难点。依据测量工作目的确定测量范围，通常认为测量边界是指被测程序与外部使用者、其他应用系统或程序的接口或边界。

3.功能点分析

功能点分析将软件系统的功能需求分为数据功能需求和处理数据的事务功能需求。数据功能需求由数据类型功能点描述，包含应用程序的内部逻辑数据和应用程序的外部接口数据，事务功能需求由反应人机交互(事务处理)类型的功能点描述，包含对数据的外部输入、输出和查询。

4.测量数据功能点和事务功能点

(1) 数据类型功能点

- ILF 内部逻辑文件 (Internal Logical File)
- EIF 外部接口文件 (External Interface File)

ILF 内部逻辑文件是用户可识别的系统边界以内的一组逻辑关联的数据或者控制信息，ILF 由系统的基本处理过程来维护。

ILF 识别规则：须满足以下条件：

- 数据和控制信息集合是逻辑的并且是用户可识别的。
- 数据集合在系统边界内部由基本处理过程维护。

EIF 外部接口文件是用户可以识别的，由其它系统维护，在本系统引用的一组逻辑相关数据或控制信息，由本系统的基本处理过程引用，是其它系统的内部逻辑文件。

EIF 识别规则：须满足以下条件

- 数据和控制信息集合是逻辑的并且是用户可识别的。
- 数据组是从系统外部被引用的。
- 数据组不被系统维护。
- 数据组被另外一个系统作为 ILF 维护。

对 ILF 和 EIF 复杂度的计算可简单理解为对业务数据复杂度的计算。复杂性由数据元素类型（DET）和记录元素类型（RET）决定。

(2) 人机交互类型（事务）的功能点

- EI 外部输入（External Input）
- EO 外部输出（External Output）
- EQ 外部查询（External Inquiry）

EI 外部输入是指一个处理来自本应用边界之外的一组数据或者控制信息的基本处理过程。外部输入的基本目的是为了维护（包括增加、修改及删除数据等）一个内部逻辑文件（ILF）或者改变系统的行为。

EO 外部输出是指一个向应用边界之外或用户提供经过加工处理的数据或者控制信息的基本处理过程。外部输出的基本目的是为了向用户展示一组经过了除了提取之外的其它逻辑处理的数据或者控制信息。这里的其它处理包括至少一个数学演算或者对衍生数据的生成。EO 外部输出可以有两种方式，提供给外部应用的数据以及给用户展示的数据。比较典型的输出就是系统产生的各种报表。

EQ 外部查询是指一个向应用边界之外发送数据或者控制信息的基本处理过程。外部查询的基本目的是为了向用户展示提取的数据或者控制信息。外部查询的逻辑处理里面不包含数学公式或者计算、不会修改 ILF、也不改变系统行为

对 EINEOEQ 复杂度的计算可理解对为业务实现复杂度的计算，复杂性由数据元素类型（RET）和引用的文件类型个数（FTR）决定。

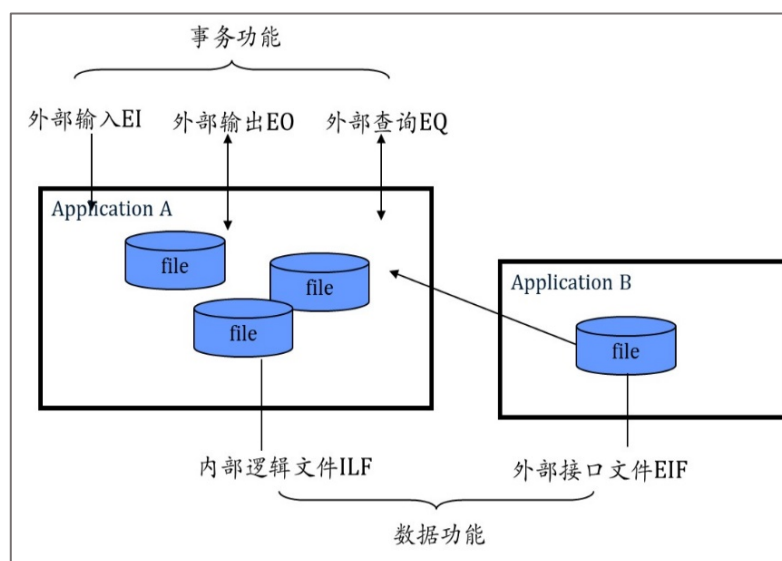


图 1 功能点分析示意图

5. 计算未调整功能点数

根据软件系统的需求模型和设计模型，计数 ILF、EIF、EI、EO 和 EQ 组件的数量，确定每个组件的复杂度等级。按照国际功能点用户组(IFPUG 方法)标准的计算方法，计算软件系统的未调整功能点数(UFP)，公式如下：

$$UFP = \sum ILF + \sum EIF + \sum EI + \sum EO + \sum EQ$$

6. 计算调整后功能点

为了有效反应软件系统非功能因素对软件项目工作量的影响，IFPUG 方法使用 14 个通用系统特征因子修正未调整功能点数，这些特征因子包括数据通信、分布式数据处理、性能、复杂处理、可重用性等。将这 14 个因子根据其对软件系统影响程度的不同分别赋予 0~5 数值中的某个权重值，按照以下公式对应用系统的功能点进行调整，最终得到软件系统工作量的功能点数。

$$FP = UFP \times VAF$$

上式中，UFP 是未调整功能点数，VAF 是功能点调整因子。VAF 计算式：

$$VAF = 0.65 + 0.01 \times \sum_{i=1}^{14} A_i$$

上式中， A_i 的取值 0~5，因此 VAF 的取值范围为 0.65~1.35。

四、实验步骤

第一步：识别数据功能点和事务处理功能点

数据功能是指更新、引用和检索而储存的可用的逻辑数据。数据块及控制信息是逻辑上的并且用户可确认的。数据功能分为内部逻辑文件(ILF)和外部接口文件(EIF)。事务处理是指外部输入、外部输出、外部查询、完成更新、检索和输出等操作，分为外部输入(EI)、外部输出(EO)和外部查询(EQ)。

请详细阅读本实验案例提供的系统设计模型，见图 2。

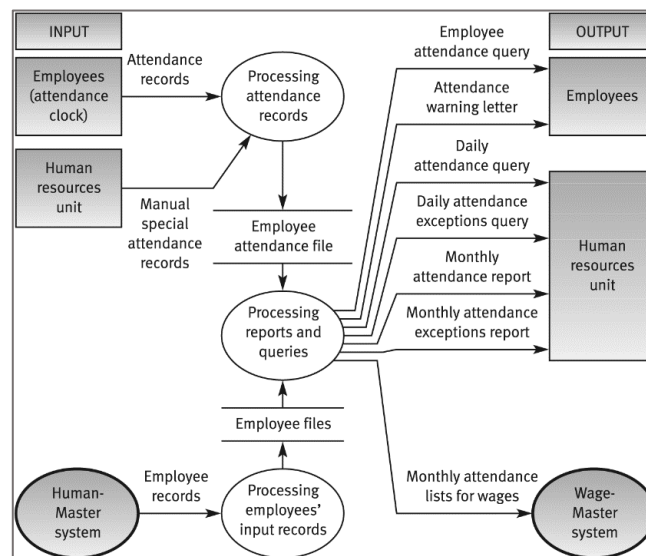


图 2 系统设计模型图 (IFPUG 方法)

第二步：测量内部逻辑文件(ILF)

内部逻辑文件(ILF)是用户可确认的，在应用程序内部维护、逻辑上相关的数据块或控制信息。内部逻辑文件(ILF)用来保存经由应用程序的一个或多个处理后的数据。一旦应用程序内部的一个数据块被标识为 ILF，即使它被另一个事务处理所引用，它也不能再被同一个应用程序当作 EIF。

实验操作：清点实验案例中 ILF 数量。

第三步：测量外部接口文件(EIF)

外部接口文件(EIF)是用户可确认的、由被测应用程序引用，但在其他应用程序内部维护的、逻辑上相关的数据块或控制信息。外部接口文件(EIF)用来存放被测应用程序中的一个或多个基本处理所引用的数据。数据或控制数据通过诸如增加、变更、更新等事务来维护，一个 EIF 可以被多个应用程序引用和计算，但是对于一个应用程序来讲，一个 EIF 只应被计算一次。

实验操作：清点实验案例中 EIF 数量。

第四步：计算 ILF 和 EIF 复杂度

根据 IFPUG 功能点计算实践手册(4.1 版)，识别 ILF 和 EIF 组件的复杂程度，并按照下表的参数并赋值(简单、平均或复杂)。

实验操作：复杂度为简单的 ILF 数量和复杂的 ILF 数量各占 50%。EIF 的复杂度均为复杂。填写下表。

表 1 ILF 和 EIF 数据复杂度认定表

记录元素类型(RET)	数据元素类型(DET)		
	1~19	20~50	>50
1	简单	简单	平均
2~4	简单	平均	复杂
>5	平均	复杂	复杂

第五步：测量外部输入(EI)

外部输入(EI)是应用程序处理来自系统边界以外的数据或控制信息的基本过程。EI 的作用是维护一个或多个 ILF 以及通过其处理逻辑来改变系统的行为。

实验操作：清点实验案例中 EI 数量。

第六步：测量外部输出(EO)

外部输出(EO)是应用程序向其边界之外提供数据或控制信息的基本处理。

EO 的作用是向用户提供经过处理逻辑加工的，除了检索信息或控制信息之外的信息或附加信息。处理逻辑中必须至少包含一个数学公式或者计算，创建导出数据或者维护一个或多个 ILF，并且改变系统的行为。

实验操作：清点实验案例中 EO 数量。

第七步：测量外部查询(EQ)

外部查询(EQ)是应用程序向其边界之外提供数据或控制信息查询的基本处理。EQ 的作用是通过查询数据或控制信息来为用户提供信息，处理逻辑中既不包含数学公式或计算，也不产生导出数据。处理过程中不维护 ILF，系统行为不受影响。

实验操作：清点实验案例中 EQ 数量。

第八步：计算 EI、EO 和 EQ 复杂度

根据 IFPUG 功能点计算实践手册(4.1 版)，分别识别 EI 以及 EO 和 EQ 组件的复杂程度，并按照以下两个表格的参数并赋值(简单、平均或复杂)。

实验操作：复杂度为简单的 EI 数量和复杂的 EI 数量各占 50%。复杂度为平均的 EO 数量占 2/3，复杂度为复杂的 EO 数量占 1/3。复杂度为简单、平均和复杂的 EQ 数量各占 1/3。填写下表。

表 2 EI 复杂度认定表

引用的文件类型个数 (FTR)	数据元素类型(DET)		
	1~4	5~15	>15
0~1	简单	简单	平均
2	简单	平均	复杂
>2	平均	复杂	复杂

表 3 EO 和 EQ 复杂度认定表

引用的文件类型个数 (FTR)	数据元素类型(DET)		
	1~5	6~19	>19
0~1	简单	简单	平均
2~3	简单	平均	复杂
>3	平均	复杂	复杂

第九步：计算未调整功能点

按照 IFPUG 功能点计算实践手册(4.1 版)组件复杂度等级与功能点数对应关系表 4，计算得到未调整功能点数(UFP)。

实验操作：将上述各步实验数据填写在表 5 未调整功能点计算表中的合适位置，计算实验案例的未调整功能点。

第十步：计算调整后功能点

考虑软件系统非功能性因素，采用相对复杂度调整因子，得到实验案例功能点调整因子(VAF)为 41，VAF 计算过程见表 6。

实验操作：运用 IFPUG 标准规则，计算实验案例的调整后功能点。

表 4 每个组件复杂度等级与功能点数对应关系表

类型	复杂度级别		
	简单	平均	复杂
ILF	x 7	x 10	x 15
EIF	x 5	x 7	x 10
EI	x 3	x 4	x 6
EO	x 4	x 5	x 7
EQ	x 3	x 4	x 6

表 5 未调整功能点计算表

组件	复杂度									未调整 功能 点数
	简单 Simple			平均 average			复杂 complex			
	计数	权重	功能 点数	计数	权重	功能 点数	计数	权重	功能 点数	
	A	B	C= A*B	D	E	F= D*E	G	H	I= G*H	
EI		3			4			6		
EO		4			5			7		
EQ		3			4			6		
ILF		7			10			15		
EIF		5			7			10		
未调整功能点										

表 6 系统特征因子表及计算表

序号	因子	等级
1	Requirement for reliable backup and recovery	0 1 2 3 4 5
2	Requirement for data communication	0 1 2 3 4 5
3	Extent of distributed processing	0 1 2 3 4 5
4	Performance requirements	0 1 2 3 4 5
5	Expected operational environment	0 1 2 3 4 5
6	Extent of online data entries	0 1 2 3 4 5
7	Extent of multi-screen or multi-operation online data input	0 1 2 3 4 5
8	Extent of online updating of master files	0 1 2 3 4 5
9	Extent of complex inputs, outputs, online queries and files	0 1 2 3 4 5

10	Extent of complex data processing	0 1 2 3 4 5
11	Extent that currently developed code can be designed for reuse	0 1 2 3 4 5
12	Extent of conversion and installation included in the design	0 1 2 3 4 5
13	Extent of multiple installations in an organization and variety of customer organizations	0 1 2 3 4 5
14	Extent of change and focus on ease of use	0 1 2 3 4 5
合计数		41

五、实验报告

学生在完成实验一周内，提交书面实验报告给任课教师。

实验报告必须包括以下 4 项必备内容：

- 实验原理
- 实验内容
- 实验步骤
- 实验心得

六、思考题

验证实验结果。

建议选用 NESMA 标准的测量模型及方法，测量本实验案例工作量。NESMA 标准与 IFPUG 标准相比是否有差别？若有，差别在哪？

七、课外阅读

ISO/IEC 20926:2009 软件和系统工程软件测量 IFPUG 功能规模测量方法。

ISO/IEC 24570:2018 Software engineering NESMA functional size measurement method。