

# 飞行模拟器软件规模度量

Software Measurement of Flight Simulator

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院;3.空军航空大学)李友毅<sup>1,2,3</sup> 李小奇<sup>3</sup> 谢芳林<sup>3</sup> 尚永爽<sup>3</sup>  
Li, Youyi Li, Xiaoqi Xie, Fanglin Shang, Yongshuang

摘要:软件度量过程是实施软件过程改进的基础,其中软件规模度量属于软件度量的重要部分,在项目估算和决策中起着举足轻重的作用。本文概要介绍了当前软件规模度量的几种方法,分析了飞行仿真软件的基本特点,提出了一种新的软件规模度量模型和算法。  
关键词:飞行模拟器;软件;软件度量  
中图分类号:TP311 文献标识码:A

Abstract:software measurement process is a basis of implementing software process improvement. And, size measurement is an important part of software measurement. it can provide key information for projector manager. This article introduces some methods of size measurement, analyzes the characters of flight software and puts forward a new model and method of software size measurement.  
Key words:flight simulator; software; software measurement

1 引言

软件工程学科经过 30 多年的发展,现在无论在开发技术方法上还是在开发过程的管理理论上都有了长足的发展。其中,软件度量概念自从 60 年代被提出来其重要性已经被广大软件工程研究人员和实践者所认同。软件度量的实质是将软件的属性数量化。度量是手段而不是目的,软件度量的真正目的是通过量化的属性来客观的反映软件的特性。规模是软件项目量化的结果,是软件的一个属性。在软件日益庞大的今天,对规模的估算误差和决策误差都将会造成赢利及亏损间的天壤之别,因此作为项目估算重要参数和决策重要依据的软件规模至关重要。对于飞行模拟器而言,随着计算机技术和软件理论不断发展,软件在飞行模拟器中占据越来越重要的地位,软件的质量优劣直接决定飞行模拟器的仿真逼真度和可信度。所以在模拟器的软件开发过程中实行软件工程化的开发方法和管理步骤是非常有必要的。当然,在对模拟器软件开发过程进行管理时,同样面临着软件规模度量的问题。本文在下述中将在讨论软件度量的基本理论和分析软件规模度量的方法上,提出一种适合模拟器软件度量的简便算法。

2 软件度量理论

度量是指在现实世界中,把数字或符号指定给实体的某一属性,以便以这种方式根据已明确的规则来描述它们。同时,度量是一个函数,它的输入是软件数

李友毅:硕士  
基金项目:军工技改项目资助(编号不公开)

据,输出是单一的数值,能用以解释软件所具有的一个给定属性对质量影响的程度。软件度量就是用于确定某一软件产品质量特性值的定量测量与度量方法。

2.1 软件度量对象

进行软件度量首要的是识别度量的范围和在度量范围内的度量内容,即明确软件度量对象。按照软件度量范围的属性不同,可以把度量对象划分为三类。

(1) 过程度量:软件过程是与软件相关的一些活动。这些活动都有一个时间因素。

(2) 产品度量:软件产品是指在开发过程中产生的各种中间产品、发布的资料和文档。

(3) 资源度量:软件资源是指在开发过程种输入给过程的东西。

其中,在上述的每一个度量范围内,可以细化出不同的软件度量内容具体见表 1

表 1 软件度量对象

	过程度量	产品度量	资源度量
度量内容	开发过程特性	产品规模度量	费用度量
	开发过程能力	产品工作量度量	开发人员度量
	开发过程稳定性	产品质量	团队度量
	开发过程符合性	风险度量	其他可利用资源度量

其他可利用资源度量

2.2 软件规模度量

软件开发项目的规模度量 (size measurement) 是估算软件项目工作量、编制成本预算、策划合理项目进展的基础。规模度量失效是软件项目失败的重要原因之一。一个好的软件规模度量模型可以解决这一问题。基于有效的软件规模度量可以策划合理的项目计

划,合理的项目计划有助于有效的项目管理。目前常用的软件规模度量方法有:功能点分析法、代码行法、德尔菲法、构造性成本模型(COCOMO;constructive cost model)等方法。不管采用什么样度量方法。规模度量的要点在于:

- (1)由开发现场的项目成员进行估算;
- (2)灵活运用实际开发作业数据;
- (3)杜绝盲目迎合顾客需求的“交替递推法”

软件规模度量有助于软件开发团队准确把握开发时间、费用分布以及缺陷密度等等。

### 3 飞行模拟器软件规模度量准则选择及方法

飞行模拟器的仿真功能是通过仿真软件和硬件交互配合来实现的,其中,仿真软件是一类面向仿真用途的专用软件,它的特点是面向问题、面向用户。飞行模拟器的软件基本由以下一级模块部分组成:飞行动力学仿真软件、座舱设备功能仿真软件、飞行场景仿真软件、教员控制台软件、网络通信软件,其中一级模块软件可以进一步划分成二、三级模块。当划分到三级模块时,每个模块基本上与飞机的最小真实设备功能模块一一对应。本文目的就是提供一种对飞行模拟器软件总体规模做出一定的估计。能够给管理者提供相对客观的信息。

#### 3.1 软件模块规模度量准则

依据飞行模拟器软件模块的特点初步定下影响飞行模拟器各模块软件规模的准则如下图1所示:

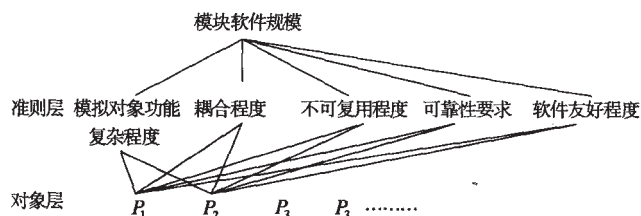


图1 飞行仿真软件度量准则图

目标层:目标是度量对应模块软件的规模

准则层:指出判断软件规模的几个准则,每个准则具体解释如下

(1)模拟对象功能复杂程度:软件实际是从现实世界到计算机内的一种映射,模拟器软件模拟对象功能复杂,那么对应软件模块也势必复杂导致软件规模增大。

(2)耦合程度:模拟器软件模拟对象与其它被模拟对象的耦合程度。如果模拟器某一被模拟对象与其它很多被模拟对象都耦合,那么必然导致此部分模拟器软件规模变大。

(3)不可复用程度:即现存的软件产品中是否有直接可以拿来利用的。对于某一软件模块,如果有软件厂商已经开发成熟的产品可以利用或者有成熟的技术可以借鉴,那么此模块软件的不可复用程度非常低,软件规模相对较小。反之,那么从底层开发的软件规模是比较大的。

(4)可靠性要求:如果对模块软件有特别的可靠性要求,势必导致开发人员采用冗余技术或者改变算法,也将会导致软件规模上升。

(5)软件友好程度:如果要求将来的软件产品界面友好,用户容易使用,将来变更容易,那么开发人员的工作量增大软件的规模变大。

对象层:即将要被估计规模的软件模块。

#### 3.2 度量准则量化标准及规模计算方法

对于上述度量指标,量化标准采用专家打分机制。首先把每个指标的评分标准确定如下:

(1)模拟对象功能复杂程度:10分制,被模拟对象最复杂评10分,最简单评1分。

(2)耦合程度:10分制,最强耦合评10分,最弱耦合评1分。

(3)不可复用程度:10分制,没有任何成熟的产品和技术可以利用和借鉴评10分,相反评1分。

(4)可靠性要求:如果有高可靠性要求评10分,仅限于功能实现没有额外要求评1分。

(5)软件友好程度:如果要求将来的软件产品友好,非常容易使用,且方便开发人员对用户提出的变更做出修改评10分,没有任何这方面的要求评1分。

计算方法:

$$S_i = \frac{E_i}{E} \quad (2)$$

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \quad (3)$$

$$E_i = \overline{C}_{i1} * \overline{C}_{i2} * \overline{C}_{i3} * \overline{C}_{i4} * \overline{C}_{i5} \quad (4)$$

上述式中: $S_i$ 为第*i*个模块软件规模评测系数;

$E$ 为所有模块评分成绩的综合;

$E_i$ 为第*i*个模块在五项评分准则下的评分乘积;

$\overline{C}_{i1}$ 、 $\overline{C}_{i2}$ 、 $\overline{C}_{i3}$ 、 $\overline{C}_{i4}$ 、 $\overline{C}_{i5}$ 为第*i*个模块对应各个准则的评分平均数值;

评分表如下所示

表2 软件规模度量评分表

度量对象	度量准则					$E_i$	$S_i$
	$\overline{C}_{i1}$	$\overline{C}_{i2}$	$\overline{C}_{i3}$	$\overline{C}_{i4}$	$\overline{C}_{i5}$		
飞行动力学仿真软件	8.7	8.2	7.5	8.9	5.6	2666 6.892	0.252
座舱设备功能仿真软件	9.2	8.5	7.8	8.2	5.3	2650 8.861	0.250
视觉场景仿真软件	6.7	5.2	5.3	8.0	7.5	11079 9.12	0.105
教员台软件	7.8	8.4	5.6	8.1	7.6	2258 7.102	0.213
网络通信软件	7.7	8.1	5.5	8.6	6.4	1888 0.646	0.179
$E = \sum_{i=1}^n E_i$						1057 22.62	1.0

从表中可以看出各分系统软件占总体软件的规模比例。如果我们对某一经常开发的模块软件的信息掌握的比较系统,则完全可以在整个系统软件在未开发时对整体规模做出估计,以便让管理者在人员和时间上做出合理安排。

## 4 总结

成功的软件组织都将度量作为自己每日必做的管理和技术活动的一部分。度量为软件组织的管理者做出决策提供了客观的信息。软件度量也已经发展成一门重要的软件工程学科。度量活动同时成为一项基本的软件工程实践,它已经包含在软件工程研究所(SEI)的能力成熟度模型的CMM2级成熟度需求及相关的商业软件过程标准中。同时,在软件度量的领域出现了许多针对特定度量目标的度量方法和操作模型。

本文创新点:根据飞行模拟器的软件开发特点,提出了针对飞行仿真软件的规模进行估计的算法模型,并利用此模型对飞行仿真模块软件的开发规模做了比较和初步估算,对进一步的软件开发管理提供了较为直观的信息。该算法模型也可以作为其它软件规模的度量方法。

参考文献:

[1]Fenton Norman E,Shari Lawrence Pfleeger. Software metrics,a rigorous and practical approach[M]. Second Edition,PWS Publishing Company,1997

[2]Standard for Software Quality Metrics Methodology,IEEE Std, 1061- 1992,1993

[3]周之英,现代软件工程(上)[M].科学出版社,2001

[4]任发科,周伯生,吴超英.软件度量过程的研究与实践[J].北京航空航天大学学报.2003 Vol.(29) No.10. 931- 934

[5]IFPUG,Function Point Counting Practices Manual,Release 4.1, International Function Point User Group,1999

[6]周永超.基于软件工程的虚拟仪器设计[J].微计算机信息.2005, 11- 1:111- 113

作者简介:李友毅(1982-),男(汉),山东章丘人,硕士在读,主要研究方向:飞行仿真、软件工程. E-mail:liyiy-ouli99@yahoo.com.cn;李小奇(1957-),男(汉),北京人,教授,主要研究方向:自动控制,飞行仿真,软件工程。(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)李友毅

(100039 北京 中国科学院研究生院)李友毅

(130022 吉林长春 空军航空大学军事仿真技术研究所)李友毅 李小奇 谢芳林 尚永爽

(Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics, Changchun 130033,China)Li,Youyi

(Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039, China)Li,Youyi

(Military Simulation Technology Institute, Aviation University of Air Force, Changchun 130022, China)Li,Youyi Li,Xiaoqi Xie,Fanglin Shang,Yongshuang

通讯地址:(130022 长春市南湖大路 2222 号仿真技术研究所)李友毅

(投稿日期:2006.1.12)(修稿日期:2006.2.11)

(接 275 页)小波分析实质采用一组通带各不相同的带通滤波器对信号进行多通道分解,因而,对信号的细节

更具选择性,它将与之直接相关的信息转换到几个相邻频谱上。采用小波浮动阈值的思想,能很好地分开信号的高频细节和噪声,从而既滤去噪声又较好地保留信号的高频信息,克服了传统的信号去噪方法的不足。

## 5 结论

自适应提升小波分析去噪技术在保持有价值梯度域和细节信号的情况同时,可较大程度地减少信号中的噪声,提高输出信号的信噪比;并且在去噪后的信号中没有发现任何吉布斯现象或特殊分辨力的降低。本文作者创新点在于通过采用自适应提升小波分析,根据处理信息的局部特征定义了适合回波信号变化的预测和更新算子,实现与处理信息的准确匹配,有效地降低信息小波分析的运算量和计算的复杂性;其次,根据激光测距探测系统中噪声的特点,详细地讨论了小波的浮动阈值选取,并应用于激光探测系统去噪,较好地满足在强噪声下检测微弱信号的要求。仿真结果表明,信号的轮廓信息仍相当清晰。因此,本文算法有利于高效地滤去回波信号附近的噪声。考虑到激光探测系统获得信号的特点,该方法能在一定程度上帮助我们从小波比较小的噪声中较准确地识别非常微弱、且不清晰的信息。

参考文献:

[1]张毅,杨秀霞.小波消噪在微弱信号检测中的应用[J].微计算机信息,2006,22(1-1):113-114

[2] Sweldens W. The lifting scheme: A construction of second generation wavelets [J]. SIAM J Math Anal, 1997,29(2): 511-546.

[3] Sweldens W. The lifting scheme: A constom- design construction of biorthogonal wavelets [J]. Appl Comput Harmonic Anal, 1996,3(2): 186-200.

[4] Daubechies I, Sweldens W. Factoring wavelet transforms into lifting steps [J]. J Fourier Anal Appl, 1998,4(3): 245-267.

[5] R Claypoole, R Baraniuk. Adaptive wavelet transforms via lifting [J]. IEEE Inf. Conf. Acoust., Speech, and Signal processing, 1998,3:1513-1516.

[6] R Claypoole, G Davis, Wim Sweldens. Nonlinear wavelet transform for image coding via lifting [J].IEEE Trans.on Image processing, 2003,12(12):1449-1459.

[7] Gemma Piella, Henk J.A.M.Heijmans. Adaptive lifting schemes with perfect reconstruction[J]. IEEE Trans. On signal processing, 2002,50(7):1620-1630.

作者简介:夏平(1967-),湖北麻城人,副教授,工学硕士,主要从事:信号与信息处理,图像处理,小波分析及其应用的学习与研究。E-mail:pxia@ctgu.edu.cn;

(443002 湖北宜昌 三峡大学电气信息学院)夏平

向学军 吉培荣 万钧力

(College of Electronic Engineering,China Three Gorges University,YiChang 443002,China) XIA Ping, XIANG Xue-Jun, JI Pei-Rong Wan,Junli

通讯地址:(443002 湖北宜昌 三峡大学电气信息学院)夏平

(投稿日期:2006.1.4)(修稿日期:2006.2.14)