

# 一种基于PSM的CMMI过程度量模型

李心科, 王常锐, 邵堃, 吴蕾

(合肥工业大学计算机与信息学院, 合肥 230009)

**摘要:** 软件过程技术为开发人员提供一个标准的软件开发规范, 使得软件开发生产率得以提高。在众多过程技术中 SEI 推出的软件能力成熟度集成模型(CMMI)过程评估改进框架被广泛地接受和使用。该文阐述了 CMMI 评估度量框架在实施时所存在的不足, 提出了一种针对 CMMI 并结合 PSM 理论的软件过程定义度量模型 PSM4CMMI, 分析了该模型各个组件的作用, 介绍了如何利用该模型实现 SPMAS 系统。

**关键词:** 软件过程; 软件能力成熟度集成模型; 实用软件度量; 软件过程度量模型

## Software Measurement Model for CMMI Based on PSM

LI Xin-ke, WANG Chang-ru, SHAO Kun, WU Lei

(School of Computer & Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009)

**【Abstract】** Software process technology provides developers a standard software development norm, which greatly enhances the productivity of software development. Among most process technologies, CMMI, released by SEI, is widely accepted. This paper expatiates the shortages of CMMI. Against these shortages, a measurement model PSM4CMMI is proposed on the base of the definition of CMMI and PSM. It analyzes the effects of all the modules, introduces how to implement the SPMAS system using the model.

**【Key words】** software process; capability maturity model integration for software (CMMI); practical software measurement (PSM); measurement model for software process

近年来, 依照SEI(software engineering institute)的软件能力成熟度集成模型(capability maturity model integration for software, CMMI)进行企业软件过程改进, 提高软件机构过程能力已经成为国内外软件企业的共识。但我国软件机构在实施CMM/CMMI时产生了诸如软件工程思想不够规范、急功近利、理论和实践脱离和为评估而评估等问题<sup>[1]</sup>。与此同时过程评估改进的依据来自于企业软件过程定义和度量的结果, CMM/CMMI并没有给出过程定义和度量的实施框架, 使得过程评估与改进的实施并没有建立在对具体过程属性的度量分析上。实用软件度量(practical software measurement, PSM)是美国国防部和军方资助软件度量项目, 提供了一套实现和执行度量的理论用于指导企业软件度量实施<sup>[2]</sup>。本文针对CMMI软件过程度量评估框架结合PSM理论构造了软件过程度量模型PSM4CMMI, 并实现了软件过程度量评估系统 (software process measurement and appraisalment system, SPMAS)。

### 1 CMMI 存在的问题

CMMI 是一个自动的、可扩充的模型。有利于其他过程改进模型逐步的集成到该框架中来, 是更加适应软件组织自身商业目标灵活特点的过程改进模型。

在研究和项目实施中发现 CMMI 存在一些不足之处, 总结如下:

(1)如何将具有通用性的 CMMI 运用到企业实际项目度量中去? 在软件过程度量领域仍然没有实用和系统的方法指导软件组织如何在 CMMI 框架下进行软件过程度量。

(2)如何利用度量结果信息进行评估? CMMI 缺乏针对软件度量过程的评价体系, 难以找出过程中存在的不足, 不能采取有效措施进行过程改进, 没有一个系统的、可操作化的

评价方法。

(3)如何在度量工具实现时将开发过程中数据与 CMMI 定义的各个过程共性、个性目标相对应? 在度量计划制定、数据收集和结果显示等方面还存在着很大的不足。

鉴于这些问题, 在 CMMI 理论上结合 PSM 方法提出了一种新的软件过程度量模型。

## 2 基于CMMI的PSM的过程度量模型PSM4CMMI

### 2.1 PSM

PSM 是针对软件机构所特有技术和商业目标的一种信息驱动的软件度量过程。它以机构具体信息需要为度量的出发点, 以度量结果为信息产品, 构建了一个具有实用性和特定适应性的度量过程。信息需要是管理人员对度量工作所针对目标的概括。该度量模型主要包括两个概念: 度量信息模型(measurement information model, MIM)和度量过程模型(measurement process model, MPM)。

#### 2.1.1 MIM

MIM 定义了管理者的信息需要与度量所需要收集数据之间的关系, 并将管理者的信息需要按照 MIM 演化流程转化为度量计划。首先围绕管理者的要求确定信息需求, 依照信息需求确定可度量概念, 对其进行度量构造, 即用详细结构将可度量概念联系起来, 并制定用于收集和组织的度量规程。信息需要、度量构造和度量规程组成度量计划。

**基金项目:** 安徽省教育厅基金资助项目(2004kj136zd)

**作者简介:** 李心科(1962-), 男, 副教授, 主研方向: 软件工程, 神经网络; 王常锐, 硕士研究生; 邵堃, 副教授、博士; 吴蕾, 硕士研究生

**收稿日期:** 2006-09-18 **E-mail:** tarryesc@163.com

MIM 核心部分是度量构造,其利用详细结构来描述可度量概念,严格指定了要度量什么以及如何对数据进行合并以产生满足信息需要的结果,包含几个概念:(1)属性:一个软件实体可区别的特性。(2)基本度量:由一个指定的度量方法定义的对单个属性的度量。(3)派生度量:由两个或多个基本度量或派生度量组成的一个函数。(4)指示器:提供指定属性的估计或评价的度量,是从已定义的信息需要的分析模型中派生而来。信息需要、指示器、派生度量、基本度量、属性的层次关系使抽象的信息和具体度量数据相连接,有利于度量过程收集度量数据和度量过程的实施。

### 2.1.2 MPM

MPM 描述了具有一般性可应用于所有环境的相关度量活动集。MPM 包括 4 个主要活动:计划度量,执行度量,评价度量,建立和维持承诺。活动之间关系如图 1。

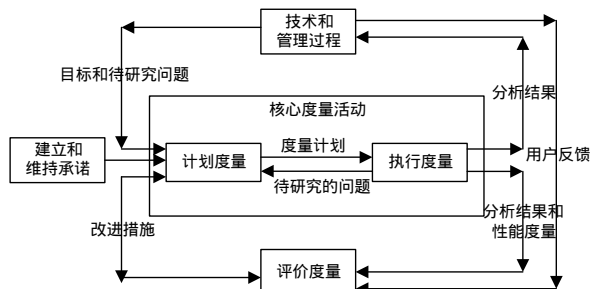


图 1 MPM 模型

计划度量和执行度量是 PSM 的核心组成部分。软件机构实施 PSM 过程中首先需要通过建立和维持承诺活动确保度量获得管理者支持。在此基础上进行计划度量活动,计划度量活动的输入是机构信息需要和前次评价度量提出的改进措施,活动输出是度量构造和度量计划,用于提供给执行度量活动依照此计划进行度量活动。执行度量活动按照度量构造收集数据,执行度量计划,生成分析结果用于评价度量。评价度量活动主要是用于评价度量活动的质量。度量过程模型还描述了技术和 管理过程这一附加过程,其输入为执行度量的分析结果,输出新目标以及待研究问题辅助下一轮计划度量活动定义度量计划。MPM 和 MIM 一起为特定项目提供实施度量的应用框架。本文在该框架的基础上构建了 PSM4CMMI 软件过程度量模型。

## 2.2 PSM4CMMI

PSM4CMMI 定义了 2 个模型:MIM4CMMI(MIM for CMMI)和 MPM4CMMI(MPM For CMMI)。分别从度量构造和度量过程两个角度定义切实针对 CMMI 评估的过程度量活动。

### 2.2.1 MIM4CMMI

MIM4CMMI 要求度量围绕机构 CMMI 评估在符合软件机构 CMMI 过程域信息时,需要与机构项目开发过程中各种数据之间建立合适的映射,利用度量构造模型来体现这一映射。它是通过定义分层度量结构模型来使过程域信息需要逐层分解,将抽象级别较高的信息需要不断具体化,最终和具体的度量属性形成映射。分解过程中使用到著名的 GQM 方法<sup>[3]</sup>。MIM4CMMI 度量构造主要分成信息目标层、指示器层、问题层、度量层、实体属性层 5 个层次,如图 2 所示。

信息目标层利用 CMMI 模型中所定义的过程域共性和特性目标,并结合机构度量要求来制定该层信息需要。CMMI 过程域包含的共性、特性目标的实现表明了项目和过程控制已经达到了某种规定程度。而考察这些目标是否实现也成为

评估度量的出发点。将这些目标与机构实际信息要求相结合,作为 MIM4CMMI 的信息需要,并作为最后度量结果为评估所用,MIM4CMMI 还将 CMMI 的评估准则 SCAMPI 纳入信息目标层,将度量信息和评估要求相结合。例如当该机构考察需求管理开发过程域时,就需要考虑需求开发过程域的特性目标,以分析和确认需求这一目标为例,机构达到该目标首先需要了解需求定义过程定义了哪些需求等,这每一个问题都是一个信息需要的触发点,与此同时还需要将机构管理决策者的信息需要考虑进来,该机构对软件质量管理要求较高时,上述问题中的需求具体完成情况这一触发点就可被定义为较高优先级别,成为该机构 MIM4CMMI 模型中信息目标层度量目标。

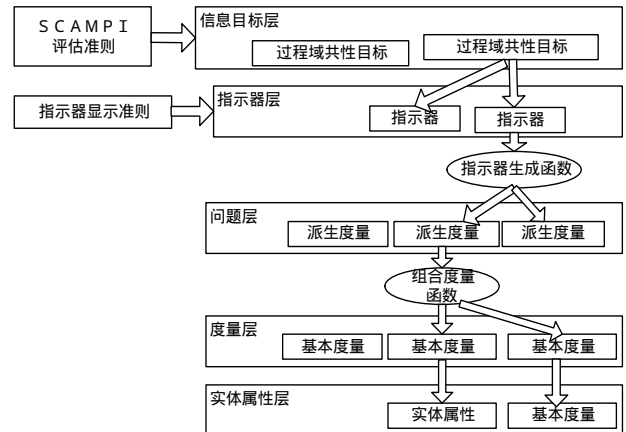


图 2 MIM4CMMI 的度量构造

指示器层为利用指示器分析函数将派生度量产物进行重组,结合指示器显示准则将产生的结果以图形或表格的形式展现出来,为信息目标层决策提供信息总结。针对上例,为需求完成情况制定合适指示器用于体现度量结果,考察需求完成情况可以利用 GANNT 图的形式显示出来,并为此 GANNT 图定义显示准则,如用数据标记显著的事件和趋势等。在 MIM4CMMI 中将指示器分成 3 大类:(1)变化趋势指示器,利用折线图来标识度量实体随时间变化情况;(2)标量指示器,可利用柱状图展示几个度量实体之间数量关系,同时可以增加上下限或者目标值用于直观体现实际值和上下限或目标值之间的差异;(3)时间对比指示器,利用 GANNT 图表示实际和计划度量数据在时间上的差异。

问题层将下一层度量层直接度量产生的结果进行组合函数运算形成派生度量值,如显示需求完成情况的指示器显然需要考察“各个需求计划完成时间是何时?”以及“各个需求实际完成时间是何时?”。度量层为针对项目过程属性利用各种度量方法进行测量,用刻度以及值来表示抽象的属性。对于前例,度量层就需要为对应问题层所提出的问题定义收集数据的类型和数量,如针对“各个需求实际完成时间是何时?”需要在项目开发过程中实时地收集各个需求开始开发和结束开发时间。

### 2.2.2 PSM4CMMI 的 MPM4CMMI

MPM4CMMI 将度量过程模型分成 4 个主要模块:建立和维持承诺,计划度量,执行度量,CMMI 评估。如图 3 所示。建立和维持承诺模块依照软件机构 CMMI 框架建立企业级标准软件过程,该标准软件过程定义了企业软件开发过程中的过程规范以及开发中所需要涉及的企业过程资源。该过程将软件开发过程从逻辑上分成多个子过程,每个子过程根据

CMMI 标准定义了过程目标、角色和职责、启动准则、输入、基本步骤、输出和结束准则等几个方面。建立和维持承诺模块还需要严格定义 MIM4CMMI,特别是对 MIM4CMMI 的度量构造进行定义。该模块是需要经过管理者评议通过才能生效的,即建立标准软件过程不但要遵循 CMMI 框架的要求,还要根据该企业的特定度量评估的信息需要来制定的,体现出 PSM4CMMI 对具体机构度量活动时的针对性。

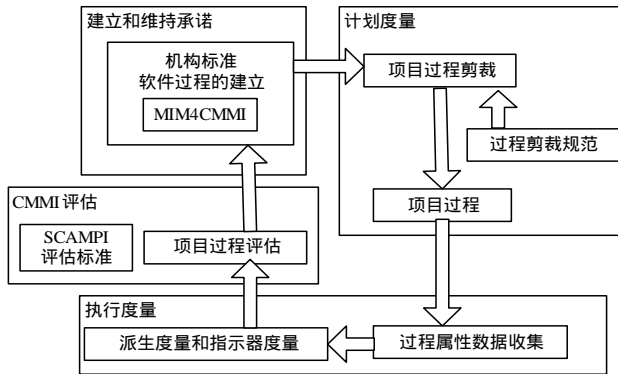


图3 MPM4CMMI 模型

计划度量模块通过规范流程将机构的标准软件过程转化为针对该机构特定项目的项目软件过程。规范流程体现在对建立和维持承诺模块所建立的标准软件过程进行合适地剪裁形成项目软件过程。而这一剪裁过程需要依据前面所建立的 MIM4CMMI 和机构依照自身特点建立起的过程剪裁规范。

执行度量模块是在项目开发中按照项目软件过程的要求实时收集数据,并对这些数据进行处理形成派生度量和指示器。其中,派生度量和指示器的形成需要分别利用 MIM4CMMI 的组合度量函数以及指示器分析函数。

CMMI 评估模块利用 CMMI 模型所提供的 SCAMPI 评估标准对执行度量所产生结果进行过程评估,并将最终评估结果以及依照评估结果所制定的过程改进方案提交给企业领导层,从而便于管理层进行软件开发过程中的关键决策。

### 2.3 PSM4CMMI 模型的作用

(1)PSM4CMMI 将 PSM 理论集成到软件机构过程中,使得机构软件过程不仅仅停留在 CMMI 框架范畴,CMMI 标准得到了具体化,使得软件机构不但知道需要做什么,还知道怎么做。

(2)利用定义的 MIM4CMMI 建立软件企业的信息需要和开发过程中的过程属性之间联系,使得整个过程度量围绕企业信息需要即 CMMI 过程域评估的需要,过程度量更加具有针对性。

(3)MPM4CMMI 为软件机构 CMMI 度量评估提供了规范流程,使得过程度量和评估有章可循。

(4)该框架使实现软件机构过程管理和 CMMI 度量评估系统成为可能,它有效地在过程度量概念和所需要收集过程属性数据之间建立起联系,解决了如何将抽象度量目标和具体过程属性相结合的问题。

## 3 基于 PSM4CMMI 度量评估工具(SPMAS)

为软件机构开发软件过程度量评估系统可以方便机构实时监测自己的开发过程是否符合 CMMI 模型要求。SPMAS 随时可以利用系统在开发过程中所收集的过程数据进行自身机构软件过程能力成熟度的评估,节省了机构资源耗费。

根据 MPM4CMMI 模型我们将 SPMAS 系统分成 4 个主

要模块分别完成 MPM4CMMI 4 个模块的任务:机构标准过程定义,项目过程度量计划定义,度量计划执行和 CMMI 过程评估模块。如图 4 所示。

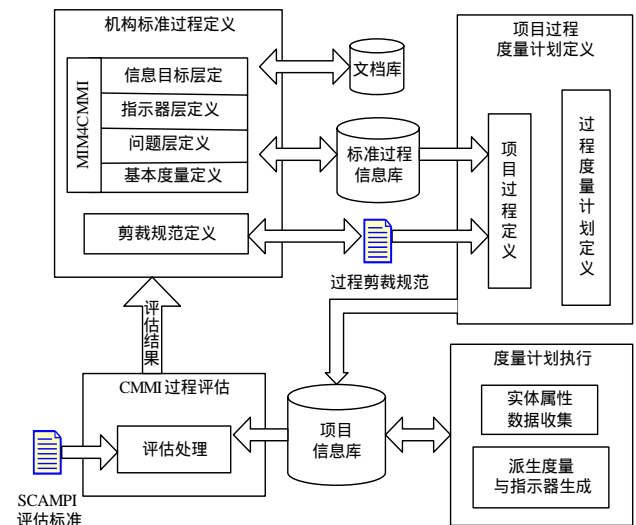


图4 SPMAS系统结构

机构标准过程定义模块为软件机构管理层提供了如下功能:

(1)定义本机构标准过程,本系统为用户提供了按层次定义信息目标层、指示器层、问题层、基本度量层(该层还包括基本度量和度量实体属性之间映射的建立)接口,机构为本机构过程度量定义 MIM4CMMI 的过程,将定义好的过程资料存入标准过程信息库和文档库;

(2)制定标准过程剪裁规范,软件机构定义项目具体的软件过程需要遵循一定标准,该功能的产物为过程剪裁规范。

项目过程度量计划定义模块从标准过程信息库中提取标准过程信息,结合过程剪裁规范,为具体的项目定义符合项目特性的过程并形成度量计划。最后将项目过程的度量计划以及项目必要信息存入项目信息库。

度量计划收集通过度量计划触发软件开发人员使用该模块,以电子表格的形式收集所需的度量实体属性存入项目信息库,与此同时也将与实体属性数据相对应的派生度量与指示器的参数存入项目信息库。

CMMI 过程评估使用 SCAMPI 评估标准对生成的指示器所反映的信息目标进行定量描述,并生成评估结果用于机构管理层改进标准过程,使得机构软件过程处于持续优化的状态。

SPMAS 符合了文献[4]对自动化度量工具的要求,在几家软件公司试用后效果良好,公司可以通过该工具可以实时掌握软件开发过程信息并利用其评估结果进行项目决策。

## 4 进一步工作

需要解决的问题包括:(1)如何利用软件机构软件项目的历史数据建立过程信息仓库;(2)在此基础上结合 OLAP 以及 BI 等理论实现辅助软件机构进行经营决策的经营决策系统 DSS;(3)进一步丰富度量指示器、度量指标,使系统度量角度更加全面。

### 参考文献

- 熊策,陈志刚. CMM 在中国软件企业中的研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(21): 107-109.
- McGarry J, Card D, Jones C, et al. Practical Software Measurement: (下转第 70 页)