《面向对象软件度量阈值确定方法研究问题、进展与挑战》附录

**Table A1** Definition and literature sources of object-oriented software metrics——cohesion

表A**1** 面向对象软件度量定义和文献来源——内聚性(32个)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 度量名 | 年份 | 定义 | 文献来源 |
| ***LCOM1*** | 1991 | ***Lack of cohesion in methods.*** 某个类的方法中缺少内聚性. 即某个类中没有使用共同属性的方法数量. | Chidamber等[1] |
| ***LCOM2*** | 1994 | 某个类没有使用共同属性的方法数量减去该类使用共同属性的方法数量,若为负数, 则取值为零. | Chidamber等[2] |
| ***LCOM3*** | 1995 | 考虑一个无向图G, 其中顶点是类的方法数量, 如果两个方法使用至少一个共同的属性, 则两个顶点之间有一条边. LCOM3定义为G的连接组件的数量. | Hitz等[3] |
| ***LCOM4*** | 1995 | 与*LCOM3*类似. 当某个类中, 方法1调用方法2, 则无向图G增加了两个顶点的一条边来表示方法1与方法2, 反之亦然. | Briand等[4] |
| ***LCOM5*** | 1996 | 考虑一个方法数据集，并得到一个属性数据集。令等于引用属性的方法数量，则. | Henderson等[5] |
| ***Co*** | 1998 | ***Connectivity.*** 连通性. 设是LCOM4中图的顶点数据集, 是图边的数据集, 则. | Briand等[4] |
| ***NewCo*** | 1998 | Co的变体. | Briand等[4] |
| ***TCC*** | 1995 | ***Tight class cohesion.*** 类的内聚性紧密程度, 包括直接使用属性的方法和间接使用属性的方法. 如果方法m直接或间接地调用一个直接使用属性a的方法, 则称方法m间接调用属性a. 如果两个方法直接或间接使用共同的属性，则称这两个方法是连通的, 其数量用表示. 设是直接连通数量. TCC则是公共的方法中连通对数的比例, . 例如, 直接或间接使用公共属性方法的对数. | Bieman等人[6] |
| ***LCC*** | 1995 | ***Loose class cohesion.*** 类的内聚性松散程度. 与TCC类似, 但要除去该度量也考虑的间接连通的方法数量. 如果某个类有方法, 例如与是连通的 ，那么与是间接连通的. 设是间接连通数量. LCC则是某个类的公共方法中直接或间接连通的对数的比例, . | Bieman等[6] |
| ***ICH*** | 1995 | ***Information flow through method invocations within a class.***信息流为基础的内聚. 某个类的方法ICH值定义为对同一个类中其他方法的调用次数, 并以被调用方法的参数数目为权重. 一个类的ICH是其方法ICH值的总和。 | Lee等[7] |
| ***OCC*** | 2002 | ***Optimistic Class Cohesion.*** 考虑一个无向图G, 其中顶点数量是某个类的方法数量, 如果两个方法直接或间接至少引用一个公共属性，则两个顶点之间的存在一条边. 设N是某个类的方法总数量, 那么, OCC是度量从方法 到其它方法的可到达数量的最高比率, 该比率最低取0. | Aman等[8] |
| ***PCC*** | 2002 | ***Pessimistic Class Cohesion.*** 与OCC类似，但除去直接的无向图。如果一个顶点的方法直接或间接写入某个属性与另一个顶点的方法直接或间接读入该属性, 则两个顶点之间有一条弧. | Aman等[8] |
| ***DCD*** | 2004 | ***Degree of cohesion* (*based on the direct relation between its public methods*)*.*** 直接相关公共方法对(pairs)的百分比. 与TCC类似. 但要除去两个方法连通的情况: 如一个方法调用另一个方法; 两个方法直接或间接使用共同的属性和调用公共的方法. 考虑一个无向图, 其中顶点是类的公共方法的数量. 公共方法对的最大数量为. 如果两个方法直接相关, 则两个顶点之间存在一条边. 设是图中的边数, 则. | Badri等[9] |
| ***LCCD*** | 2004 | ***Lack of Cohesion in the Class*(*the direct relation*)*.*** 类中缺少的内聚性(直接相关的公共方法). . | Badri等[9] |
| ***DCI*** | 2004 | ***Degree of cohesion* (*based on the direct and indirect relations between its public methods*)*.*** 直接或间接相关公共方法对(pairs)的百分比. 与LCC类似. 但要除去两个方法连通的情况: 如一个方法调用另一个方法; 两个方法直接或间接使用共同的属性和调用公共的方法. 考虑一个无向图, 其中顶点是类的公共方法的数量. 如果两个方法直接或间接相关, 则两个顶点之间存在一条边. 设是图中的边数, 则. | Badri等[9] |
| ***LCCI*** | 2004 | ***Lack of Cohesion in the Class*(*the direct and indirect relations*)*.*** 类中缺少的内聚性(直接或间接相关的公共方法). . | Badri等[9] |
| ***CAMC*** | 1999 | ***Cohesion Among Methods of Classes.*** 类中的方法之间的内聚性. 考虑一个 的参数发生矩阵*PO*, 是某个类的方法数量, 是这些方法不同参数类型的数量. 元素的位置, 当在第个方法中发生了第个数据类型, 则取1, 反之取0, , . 则 . | Bansiya等[10] |
| ***NHD*** | 2006 | ***Normalised Hamming distance based cohesion.*** 标准化的Hamming距离为基础的内聚性. 设是方法与方法的参数协议, 它等于两个方法中参数发生矩阵对应位置上数字相等的数量. NHD是某个类中所有方法之间参数协议平均值的标准化. 即 . | Counsell等[11] |
| ***SNHD*** | 2006 | ***Scaled NHD.*** 规模化的NHD数值. | Counsell等[11] |
| ***RCI*** | 1994 | ***Ratio of Cohesive Interactions.*** 内聚性相互作用比率. 类可被为数据声明和方法的集合. 数据声明包括: 局部和公共类型声明; 类; 公共属性(包括常量). 若数据声明a或a在应用中的一个改变导致另一个数据声明b或b在应用中的改变, 则称a与b之间存在数据声明相互作用(DD-*interaction*). 若数据声明a与至少一个方法m的数据声明发生数据声明相互作用(DD-*interaction*), 则称数据声明a与该方法m之间存在数据声明与方法之间相互作用(DM-*interaction*). 设(cohesive interactions)是所有DD-和DM-*interaction*的集合. 是类接口中所有可能的DD和DM-*interaction*的集合. 对所有的类, .. 0和1分别表示最小和最大的内聚性. | Briand等[12] [13] [4] |
| ***NRCI*** | 1998 | ***The neutral ratio of cohesive interactions.*** 内聚性相互作用的中性比.若表示所有已知的相互作用, 则. 在开发阶段, 由于可用信息不够, 某些交互作用可能存在或可能不存在. 表示这些所有未知的相互作用. 同时, 其余的交互作用被认为不存在. 在不考虑未知的相互作用时,. | Briand等[4] |
| ***PRCI*** | 1998 | ***The pessimistic ratio of cohesive interactions.*** 内聚相互作用的悲观比例. 当未知的交互作用被认为不是真实的交互作用时,. | Briand等[4] |
| ***ORCI*** | 1998 | ***The optimistic ratio of cohesive interactions.***  内聚相互作用的乐观比例. 当未知的交互作用被认为是真实的交互作用时,. | Briand等[4] |
| ***DAM*** | 2002 | ***Data Access Metric.*** 数据访问度量. 该度量值等于类中私有(受保护的)的属性数量与类中所有声明的属性总数的比率. 其取值范围[0, 1]. 其数值越大越好. | Bansiya等[14] |
| ***CAM*** | 2002 | ***Cohesion Among Methods of Class.*** 类方法内聚性. 该度量基于方法的参数列表计算某个类方法间的相关性. 其数值等于使用每种方法中不同类型的方法参数数量的总和除以整个类中不同方法参数类型的数量和方法数量的乘积. 其取值范围[0, 1], 数值越大越好. | Bansiya等[14] |
| ***MOA*** | 2002 | ***Measure of Aggregation.*** 聚合性度量. 该度量通过使用属性来实现部分与整体关系的程度, 其数值等于对用户定义类中字段(class fields)计数. | Bansiya等[14] |
| ***CBMC*** | 1998 | ***Cohesion Based on Member Connectivity.*** 基于类中成员连通性内聚.不仅要考虑交互的数量，还要考虑类中方法之间的交互模式。该度量考虑了粘合方法(glue methods)的数量与交互方法数量的比率。粘接方法的数量等于满足删除它们会导致方法-属性交互图变得不相交的条件下的最小数量. | Chae等[15] [16] |
| ***ICBMC*** | 2002 | ***An improved version of CBMC.*** 基于类中成员连通性内聚度量的提高版本. 它考虑的是切割集(cut sets)而不是粘合方法。切割集是去除这些边会使方法-属性交互图变得不相交条件下边的最小集. | Zhou等[17] |
| ***SCC*** | 2010 | ***Similarity-based Class Cohesion.*** 相似性为基础的内聚性. ***SCC***度量是考虑方法-方法、属性-属性和属性-方法直接交互和传递交互的四个不同度量的加权平均值。 | Al Dallal等[18] |
| ***SCOM*** | 2006 | ***Sensitive Class Cohesion Metric.*** 敏感的类内聚性度量. 所有方法对之间的相似性总和与方法对总数的比值. 设某个类有属性:和方法, 设表示在给定方法下属性(attributes)的子集, 设a是类中实例属性的总数. 因为两个集合交集最大可能的基数是它们的基数(cardinalities)的最小值, 则一对方法的连通强度(connection intensity)为:, 在考虑权重的情况下, . | Fernández等[19] |
| ***CC*** | 2006 | ***Class Cohesion (CC).*** 类内聚性度量. 所有方法对之间的相似性总和与方法对总数的比值. 其方法与方法的相似性(连通强度)定义为:  , 其中, 和分别是方法与方法的属性集合. | Bonja等[20] |
| ***LSCC*** | 2012 | ***LLD Similarity-based Class Cohesion. LLD: Low-level design.*** 低层次设计的相似性为基础的内聚性. *LSCC*度量是以两方法引用共同属性数/类属性总数定义相似性, 此相似性总和/方法对总数. | Al Dallal等[21] |

**参考文献：**

[1] Chidamber SR, Kemerer CF. Towards a metrics suite for object oriented design. Conference proceedings on Object-oriented programming systems, languages, and applications, 1991: 197-211.[doi: 10.1145/118014.117970]

[2] Chidamber SR, Kemerer CF. A metrics suite for object oriented design. IEEE Transactions on software engineering, 1994,20(6):476-493.[doi: 10.1109/32.295895]

[3] Hitz M, Montazeri B. Measuring coupling and cohesion in object-oriented systems. Proc. Int. Symposium on Applied Corporate Computing, 1995.[doi: 10.1.1.409.4862]

[4] Briand LC, Daly JW, Wüst J. A unified framework for cohesion measurement in object-oriented systems. Empirical Software Engineering, 1998,3(1):65-117.[doi: 10.1023/A:1009783721306]

[5] Henderson-Sellers B. Software metrics. Prentice Hall, Hemel Hempstaed, UK, 1996

[6] Bieman JM, Kang B-K. Cohesion and reuse in an object-oriented system. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 1995,20(SI):259-262.[doi: 10.1145/223427.211856]

[7] Lee Y-s, Liang B. Measuring the coupling and cohesion of an object-oriented program based on information flow. Proceedings of the International Conference on Software Quality, 1995: 81-90

[8] Aman H, Yamasaki K, Yamada H, Noda M-T. A proposal of class cohesion metrics using sizes of cohesive parts. Proc. of Fifth Joint Conference on Knowledge-based Software Engineering, 2002: 102-107

[9] Badri L, Badri M. A Proposal of a new class cohesion criterion: an empirical study. Journal of Object Technology, 2004,3(4):145-159.[doi: 10.5381/jot.2004.3.4.a8]

[10] Bansiya J. Class Cohesion Metric For Object Oriented Designs. Journal of Object-Oriented Programming, 1999,11(8):47-52

[11] Counsell S, Swift S, Crampton J. The interpretation and utility of three cohesion metrics for object-oriented design. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), 2006,15(2):123-149.[doi: 10.1145/1131421.1131422]

[12] Briand LC, Morasca S, Basili VR. Measuring and assessing maintainability at the end of high level design. 1993 Conference on Software Maintenance, 1993: 88-87.[doi: 10.1109/ICSM.1993.366952]

[13] Briand L, Morasca S, Basili VR. Defining and validating high-level design metrics, 1994.[doi: 10.1.1.31.4744]

[14] Bansiya J, Davis CG. A hierarchical model for object-oriented design quality assessment. IEEE Transactions on software engineering, 2002,28(1):4-17.[doi: 10.1109/32.979986]

[15] Chae H, Kwon Y. A cohesion measure for classes in object-oriented systems. Proceedings Fifth International Software Metrics Symposium, 1998: 158-166.[doi: 10.1109/METRIC.1998.731241]

[16] Chae HS, Kwon YR, Bae DH. A cohesion measure for object‐oriented classes. Software: Practice and Experience, 2000,30(12):1405-1431.[doi: 10.1002/1097-024X(200010)30:123.0.CO;2-3]

[17] Zhou Y, Xu B, Zhao J, Yang H. ICBMC: an improved cohesion measure for classes. International Conference on Software Maintenance, 2002. Proceedings., 2002: 44-53.[doi: 10.1109/ICSM.2002.1167746]

[18] Al Dallal J. Mathematical validation of object-oriented class cohesion metrics. International Journal of Computers, 2010,4(2):45-52

[19] Fernández L, Peña R. A sensitive metric of class cohesion. International Journal "Information Theories & Applications", 2006,13(1):82-91

[20] Bonja C, Kidanmariam E. Metrics for class cohesion and similarity between methods. Proceedings of the 44th annual Southeast regional conference, 2006: 91-95.[doi: 10.1145/1185448.1185469]

[21] Al Dallal J, Briand LC. A precise method-method interaction-based cohesion metric for object-oriented classes. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), 2012,21(2):1-34.[doi: 10.1145/2089116.2089118]