

Application des concepts de la métrologie en génie logiciel

**Par
Asma Sellami**

**En collaboration avec
Professeur Alain Abran**

Laboratoires GÉLOG de l'ETS et MIRACL de l'ISIMS

Asma.sellami@isimsf.rnu.tn

Plan de présentation ²

- ◉ Contexte de la mesure en GL
- ◉ État de l'art de la métrologie et modélisation du VIM
- ◉ Analyse de COSMIC-FFP en utilisant les modèles du VIM

1ère Partie

CONTEXTE DE LA MESURE EN GÉNIE LOGICIEL

Problématique

Nécessité de mesure en GL

- ◉ Selon IEEE 610.12, le génie logiciel est défini par:
 - (1) l'application d'une approche systematique, disciplinée et quantifiable au développement, à l'opération et à la maintenance du logiciel; i.e. l'application du génie au logiciel
 - (2) l'étude des approches comme en (1)

Problématique de la mesure en génie logiciel

5

- ⊙ Manque d'un consensus sur la place de la mesure en GL
 - Analyse des commentaires collectés lors d'une étude sur les principes fondamentaux du GL (Bourque *et al*)
 - Commentaires collectés au sein de la communauté internationale du GL
- ⊙ La mesure est toujours controversée
 - Certains pensent que la mesure doit faire partie intégrante du GL
 - D'autres pensent que dans son état actuel, il vaut mieux ne pas l'utiliser
- ⊙ Manque de clarté et de rigueur dans le processus d'utilisation des mesures

Problématique de la mesure en génie logiciel

6

- ⊙ Analyse des différences d'opinions parmi les experts en se basant sur les raisons de mesurer en GL (Wolf *et al*)
 - Reconnaissance de l'importance de la mesure
 - L'utilisation des mesures et des modèles quantitatifs est acquise dans les disciplines reconnues du génie
 - Plusieurs questions (problèmes) non encore résolus de la mesure en GL
- ⊙ Problème au niveau de l'expérimentation en mesure en GL
 - Propositions de Mesure basées sur la théorie de la mesure

Théorie de la mesure et métrologie en GL

7

- ⊙ Dans la littérature du GL, la mesure est traitée en se basant sur la **Théorie de la mesure** pour le contrôle et la prédiction des attributs logiciels
(Fenton, Pfleeger, Kitchenham, Schneidewind, Shepperd, Zuse)
- ⊙ Mesure de logiciels: un nombre, une valeur, une formule, un indicateur, une méthode de mesure?
- ⊙ Dans les autres disciplines du génie, les méthodes, les instruments de mesure doivent satisfaire les concepts de la **Métrologie**

Problématique

8

- ⊙ Le GL est une discipline encore jeune et non mature!!
- ⊙ Pour que cette discipline soit mature, il y a des mesures qui sont nécessaires: problème de mesure
- ⊙ Manque d'utilisation du corpus de connaissance de la métrologie VIM
- ⊙ Plusieurs alternatives de « mesures »:
 - Mal-définies, sans système de référence,...
 - Peu de consensus en tant que normes ISO
 - **Exemple:** Mesures de complexité, oo (Zuse)

2^{ème} Partie

ÉTAT DE L'ART DE LA MÉTROLOGIE

**Métrieologie –VIM de l'ISO
Modèles du VIM**

Métrieologie

- ⊙ Consensus international (et universel) sur la terminologie de mesure
- ⊙ La base du système internationale d'unités (SI) de mesure
- ⊙ Agences Nationales de Métrieologie
 - ❖ Un cadre légal pour les poids et mesures dans les pays industrialisés

Métrologie –VIM de l'ISO

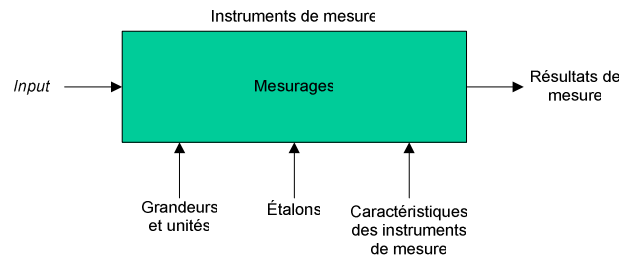
- ⊙ 1^{ère} édition (1984)
 - ❖ Terminologie harmonisée et commune à toutes les disciplines
 - ❖ Principales organisations: BIPM, CEI, ISO, OIML
- ⊙ 2^{ème} édition (1993)
 - ❖ Tenir compte de l'évolution des besoins en chimie et d'autres disciplines
 - ❖ Clarifier certaines ambiguïtés et anomalies ..
- ⊙ 3^{ème} édition (2004) en *Draft*
 - ❖ Évolution du traitement de l'incertitude (GUM)

VIM (2^{ème} édition)

- ⊙ Six catégories des termes
 1. Grandeurs et unités
 2. Mesurage
 3. Résultats de mesure
 4. Instruments de mesure
 5. Caractéristiques des instruments de mesure
 6. Étalon
- ⊙ + 120 termes, dans un ordre croissant de complexité
 - ❖ Défi pour saisir et comprendre les relations entre les termes!

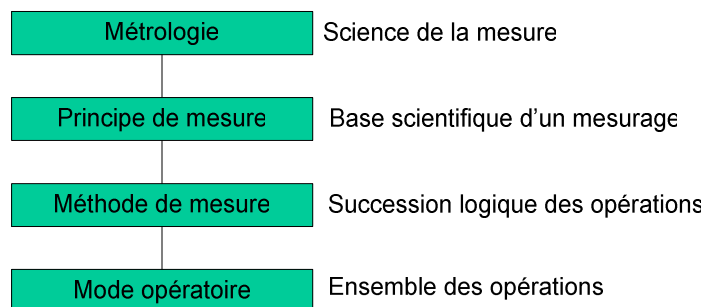
Modèle de Métrologie

Modèle de haut-niveau de VIM



Modèle de Métrologie

Fondements de mesure



3^{ème} Partie

ANALYSE DE COSMIC-FFP

Étude de cas: ISO 19761

Pourquoi une MTF?

Les mesures de la taille fonctionnelle de logiciels sont utilisées pour:

- ⊙ Comparer la productivité des projets logiciels
- ⊙ Estimer l'effort des projets
- ⊙ Contrôler les changements fonctionnels tout au long du cycle de vie de projet

Taille fonctionnelle du logiciel

- ⊙ ISO 19761: 2003 – Norme internationale COSMIC-FFP
- ⊙ Guide d'implantation COSMIC
 - ❖ gratuit sur le web: <http://www.gelog.etsmtl.ca/cosmic-ffp/>
- ⊙ Outil:
 - ❖ Un prototype avec RUP – *Rational Rose environment*

ISO 19761: COSMIC-FFP

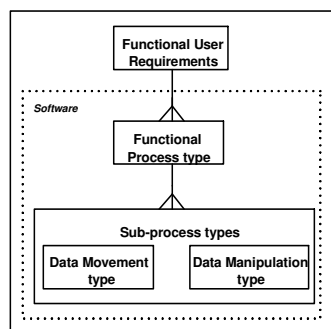


Fig. 1. A generic software model for measuring functional size [1]

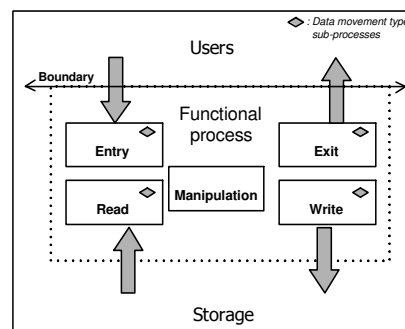


Fig. 2. COSMIC-FFP Movement types [1]

Analyse de COSMIC-FFP

Comment vérifier les forces de cette méthode de mesure?

- ⊙ Analyse de design de COSMIC-FFP
- ⊙ Analyse d'un instrument de mesure dans un environnement d'outils de mesure
 - ❖ un prototype pour automatiser cette mesure dans l'environnement RUP

Detailed topology of the Quantities and Units set of concepts

(Measurable) Quantity			
Systems of quantities	Dimension of a quantity	Unit (of measurement)	Value (of a quantity)
Base quantity Derived quantity	Quantity of dimension one/ Dimensionless quantity	Symbol of a unit System of units Coherent (derived) unit Coherent system of units International system of units Base unit Derived unit Off-system unit Multiple of a unit Sub-multiple of a unit	True value Conventional true value Numerical value Conventional reference scale/ Reference-value scale

Quantities and units in COSMIC-FFP

21

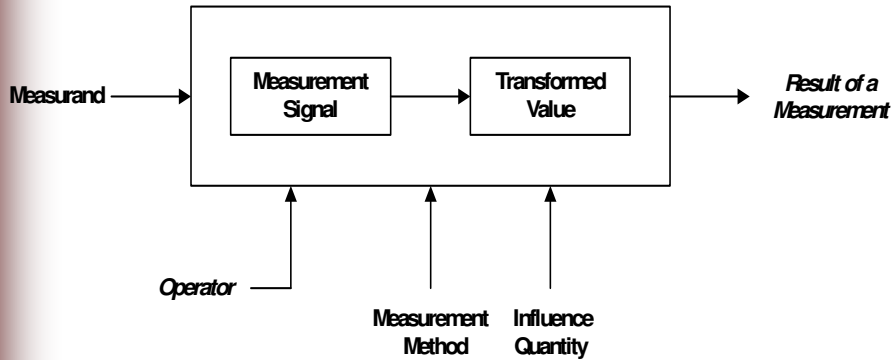
Metrology [7]	ISO 19761 [10] and COSMIC Implementation Guide [1]	Clause in ISO 19761 [10]
System of quantities	(Currently, only one base quantity is included)	2.5 COSMIC-FFP measurement phase
Base quantity	Functional size	
Derived quantity	(none yet defined)	
Dimension of a quantity	(not explicit)	2.7 Functional size measurement context
Quantity of dimension one	(undetermined)	
Unit (of measurement)	= 1 Cfsu	2.5 COSMIC-FFP measurement phase
Symbol of a unit	= Cfsu	
System of units	Not applicable	
Coherent (derived) unit	Not applicable	
Coherent system of units	Not applicable	
International system of units	Not applicable	
Base unit	= 1 Cfsu	
Derived unit	None	
Off-system unit	None	
Multiple of a unit	Not yet standardized	
Submultiple of a unit	None yet defined	
Value (of a quantity)	Value of functional size	2.2 COSMIC-FFP measurement process model
True value	Not yet explored	
Conventional true value	= In practice, obtained by expert judgment	
Numerical value	= Result of a measurement: functional size	
Conventional reference scale/ Reference-value scale	= Scale = a data group movement (independently of data movement type, and number of data attributes moved). Each data group movement is assigned a value of 1 Cfsu	

Metrology Model

22

Measurement Procedure

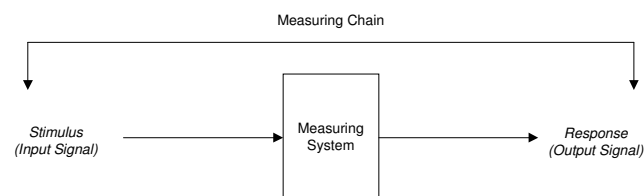
Measurement Procedure



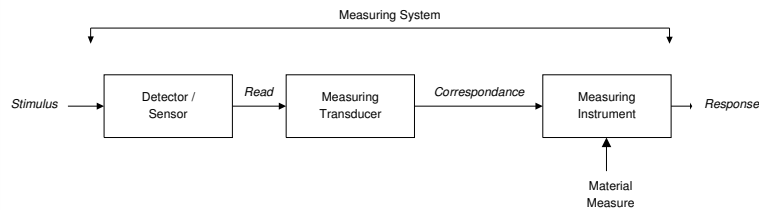
Measurement in COSMIC-FFP

Metrology [7]	COSMIC Implementation Guide [1]
Measurand	An FUR in an artefact of the software to be measured
Measurement signal	Mapping phase: measurement context and COSMIC-FFP software models
Transformed value	Not yet investigated
Measurement procedure	Measurement phase: rules and methods to be applied to the output of the Mapping phase as represented in the COSMIC-FFP generic software model
Measurement result	Functional size of the generic software model of the FUR: Numerical value
Operator	The measurer
Method of measurement	See ISO 19761: COSMIC-FFP [10]
Influence quantity	For example: measurer expertise, quality of FUR documentation, time allocated for measuring, etc.

High-level topology of Measuring Instruments



Detailed topology of a Measuring System



Measuring instrument and COSMIC-FFP²⁶ – RUP prototype[4]

Metrology [7]	COSMIC – RUP Prototype [4]
Measuring chain	FUR + COSMIC-RUP prototype + functional size results in [4]
Measuring system:	Complete set of elements of the software prototype + manual procedures
Detector	Prototype function which extracts the elements to be measured
Measuring transducer	The mapping solution between COSMIC and UML-RUP concepts in [4]
Measuring instrument	In the COSMIC-RUP prototype, the set of functionalities to implement the COSMIC-FFP measurement rules
Material measure	Measurement results, displayed on output screens and saved in memory
Integrating instrument	Not in the prototype (since it does not handle any 'other quantity')
Measurand	Set of FURs
Another quantity	Not in the prototype
Details of a measuring instrument:	
Displaying/ Indicating device (+index)	Display screens of measurement results
Recording instrument/ Recording device	Prototype function, which allows recording in the database
<i>Note: not all details appear in this table</i>	

Metrology Model

27

Measurement results

<i>Types of measurement results</i>	<i>Modes of verification of measurement results</i>	Uncertainty of measurement
Indication (of a measuring instrument) Uncorrected result Corrected result	Accuracy of measurement Repeatability (of results of measurements) Reproducibility (of results of measurements)	Experimental standard deviation Error (of measurement) Deviation Relative error Random error Systematic error Correction Correction factor

Measurement results and COSMIC-FFP[®] – RUP prototype[4]

Metrology [7]	COSMIC – RUP Prototype [4]
Measurement result types	
Indication	Detailed results, summarized, according to the proposed templates in [1]
Uncorrected result	Measurement results, prior to human intervention to add missing information
Corrected result	Revised measurement results, after addition of missing information
Mode of verification of results	
Accuracy of measurement	In [4], this characteristic is only tested with a small scale case study. There are not enough cases to obtain significant statistically quantitative knowledge of this characteristic
Repeatability	A software tool normally provides the same results in repeatable conditions (needs to be verified by further experimentation)
Reproducibility	Same as above
Uncertainty of measurement and 8 other related concepts	Characteristic not yet explored

Résultats de l'analyse de COSMIC-FFP

- ◉ Le design de la méthode COSMIC-FFP couvre la majorité des concepts associés de métrologie

Mais.....

- Sous-multiples d'une unité ne sont pas encore précisés
- Matériau de référence (Étalons) n'existe pas encore, mais ce problème a été abordé pour la 1^{ère} fois dans GÉLOG
- ◉ Beaucoup de travail reste à effectuer pour étudier les instruments de mesure et leurs caractéristiques:
 - Des études de cas à plus grande échelle devraient être requises

Conclusion

- ◉ L'analyse des problèmes de mesure en GL représente un problème de **design** de mesure
- ◉ Ce qui est requis est une **définition** plus précise des mesures de logiciels, peut être plus que dans les autres disciplines du génie
- ◉ Les étalons devraient être requis pour supporter le GL en tant qu'une discipline **bona fide** du génie
- ◉ L'ensemble des concepts du **VIM** est applicable non seulement au MTF mais pour tout autre type de mesure

Perspectives

31

- ◉ Améliorer la façon de faire le design des mesures de logiciels
- ◉ Améliorer la façon de vérifier le design des mesures existantes en tenant compte des concepts de la métrologie

32

Merci
Questions et Commentaires?

Detailed topology of the Characteristics of Measuring Instruments

Quantitative	Qualitative	Functionality test		Measuring Range
		Use	Control	
Rated operating conditions	Stability	Error (of indication)	Datum error	Nominal Range
Limiting conditions	Transparency	Maximum permissible errors/ Limits of permissible error	Zero error	Span
Reference conditions	Drift	Bias	Intrinsic error	Nominal Value
Instrument constant	Response time	Fiducial error		
Response characteristic	Accuracy of a measuring instrument			
Sensitivity	Accuracy class			
Discrimination	Freedom from bias			
Resolution	Repeatability			
Dead band				

Quantitative viewpoint of characteristics of measuring instrument

Metrology [7]	COSMIC –RUP Prototype [4]
Rated operating conditions	It is necessary to model FURs according to an RUP process based on UML formalisms
Limiting conditions	The prototype deals currently with only one software layer at a time
Reference conditions	Example: a functional process must have more than 2 data movements
Instrument constant	Not investigated yet
Response characteristic	New levels of units of measurement have been defined in the tool (Ufsu and Sfsu), but the response characteristics have not yet been analysed
Sensitivity	A particular case was identified; for example, to indicate whether or not it is possible to categorize correctly the read or write movements. It was recognized that this categorization problem does not have any impact on the final size itself since the numerical value for each data group movement = 1 independently of its category (for example, sensitivity = none)
Discrimination (threshold)	1 Cfsu, the minimum size of a change to a FUR
Resolution (of display device)	Not yet investigated
Dead band	Not yet investigated

Qualitative viewpoint of characteristics of measuring instrument

Metrology [7]	COSMIC-FFP: automated tool with RUP [4]
Stability	The tool should preserve its metrological characteristics over time (even, for example, when there is a change of version in each of its software components)
Transparency	COSMIC-FFP/ RUP prototype is a transparent instrument for the measurement of a functional process
Drift	Not investigated yet
Response time	There is a time interval between the instant of the stimulus and the instant of the response
Accuracy of a measuring instrument	This was analyzed with only one case study, which was a small-scale one. More case studies should be constructed and the results analyzed to determine the accuracy of the results measured by the prototype, and under which set of conditions
Accuracy class (class of measuring instruments)	Not investigated yet
Freedom from bias	Not investigated yet
Repeatability	The prototype provides the same value for the same conditions of measurement