

Bedeutung des Messens

“To measure is to know.”

Clerk Maxwell, 1831-1879

“A science is as mature as its measurement tools.”

Louis Pasteur, 1822-1895

„Miss alles, was sich messen lässt, und mach alles messbar, was sich nicht messen lässt.“

Galileo Galilei, 1564-1642

„Messen können Sie vieles, aber das Angemessene erkennen können Sie nicht.“

Hans Gadamer

Definition

Maß:

Abbildung von einem beobachteten (empirischen) Beziehungssystem auf ein numerisches Beziehungssystem

Abbildung von Eigenschaften von Objekten der realen Welt auf Zahlen oder Symbole

Definitionen: Maß, Messen, Metrik

Definition

Maß:

Abbildung von einem beobachteten (empirischen) Beziehungssystem auf ein numerisches Beziehungssystem

Abbildung von Eigenschaften von Objekten der realen Welt auf Zahlen oder Symbole

Definition

Messen: Anwendung eines Maßes auf ein Objekt

Definitionen: Maß, Messen, Metrik

Definition

Maß:

Abbildung von einem beobachteten (empirischen) Beziehungssystem auf ein numerisches Beziehungssystem

Abbildung von Eigenschaften von Objekten der realen Welt auf Zahlen oder Symbole

Definition

Messen: Anwendung eines Maßes auf ein Objekt

Definition

Metrik: Abstandsmaß (math.)

“A quantitative measure of the degree to which a system, component, or process possesses a given variable.”

– IEEE Standard Glossary

“A software metric is any type of measurement which relates to a software system, process or related documentation.”

– Ian Sommerville

- Beschreibung: kompakt und objektiv
- Beurteilung: Vergleich, Verbesserungen
- Vorhersage: geordnete Planung, Verbesserungen

Worüber wir uns bei der Definition von Metriken Gedanken machen müssen:

- Repräsentanz
- Eindeutigkeit
- Bedeutung
- Skalierung

Darstellung als Zahl sinnvoll möglich?

viele Abbildungen möglich

erhalten bei Transformationen

welche Skala?

- ① „20 Prozent Verbesserung der Qualität“
- ② „Dieser Kunde ist doppelt so zufrieden wie jener“
- ③ „Heute doppelt so warm wie gestern“
(Temperatur gestern: 10°C; heute: 20°C)

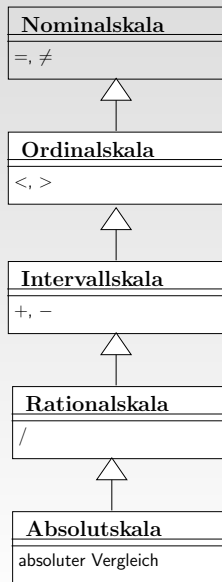
- ① „20 Prozent Verbesserung der Qualität“
 - ② „Dieser Kunde ist doppelt so zufrieden wie jener“
 - ③ „Heute doppelt so warm wie gestern“
(Temperatur gestern: 10°C ; heute: 20°C)
-
- ① Was ist Qualität Null?
 - ② Wie zufrieden sind Sie denn?
 - ③ $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C} \hat{=} +3,5\%$
denn $10^{\circ}\text{C} = 283 \text{ Kelvin}$, $20^{\circ}\text{C} = 293 \text{ Kelvin}$

- ① „20 Prozent Verbesserung der Qualität“
- ② „Dieser Kunde ist doppelt so zufrieden wie jener“
- ③ „Heute doppelt so warm wie gestern“
(Temperatur gestern: 10°C ; heute: 20°C)

- ① Was ist Qualität Null?
- ② Wie zufrieden sind Sie denn?
- ③ $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C} \hat{=} +3,5\%$
denn $10^{\circ}\text{C} = 283 \text{ Kelvin}$, $20^{\circ}\text{C} = 293 \text{ Kelvin}$

→ Skala?

Skalenhierarchie



1. Nominalskala

- ungeordnete 1:1 Abbildung
- Transformationen: beliebige 1:1
- Operationen: $=$, \neq
- Statistiken: Häufigkeit
- Beispiel: Programmiersprachen

Ada C C++ Java ...

2. Ordinalskala

- dazu: vollständige Ordnung
- Transformationen: streng monoton steigend
- Operationen: $<$, $>$
- Statistiken: Median
- Beispiel: Prioritäten

niedrig $<$ mittel $<$ hoch

3. Intervallskala

- dazu: Distanzfunktion
- Transformationen: $M' = aM + b$ ($a > 0$)
- Operationen: +, −
- Statistiken: Mittelwert, Standardabweichung
- Beispiel: Temperatur

$$T_{Celsius} = \frac{5}{9} \cdot (T_{Fahrenheit} - 32)$$

Definition Metrik

Metrik: Distanzfunktion $d : A \times A \rightarrow \mathbb{R}$, mit:

- $d(a, b) \geq 0 \ \forall a, b \in A, \quad d(a, b) = 0 \Leftrightarrow a = b$
- $d(a, b) = d(b, a) \ \forall a, b \in A$
- $d(a, c) \leq d(a, b) + d(b, c) \ \forall a, b, c \in A$

4. Rationalskala

- dazu: Maßeinheit, Nullpunkt
- Transformationen: $M' = aM$ ($a > 0$)
- Operationen: /
- Statistiken: geom. Mittel, Korrelation
- Beispiel: Länge

$$L_{Meter} = L_{Meilen} \cdot 1609$$

5. Absolutskala

- Metrik steht für sich selbst, kann nicht anders ausgedrückt werden
- Transformationen: nur die Identität $M' = M$
- Operationen: absoluter Vergleich; d.h.
 - es existiert ein natürlicher Nullpunkt
 - und Maßeinheit ist natürlich gegeben (d.h. im weitesten Sinne 'Stück')
- Beispiele:
 - Zähler: Anzahl Personen in einem Projekt
 - Wahrscheinlichkeit eines Fehlers
 - LOC für Anzahl Codezeilen
 - **nicht:** LOC für Programmlänge

Gütekriterien für Metriken

- Objektivität: unabhängig vom Messenden
- Validität: misst, was sie vorgibt zu messen
- Zuverlässigkeit: Wiederholung liefert gleiche Ergebnisse
- Nützlichkeit: hat praktische Bedeutung
- Normiertheit: es gibt eine Skala für die Messergebnisse
- Vergleichbarkeit: mit anderen Maßen vergleichbar
- Ökonomie: mit vertretbaren Kosten messbar

– Balzert (1997)

- ① Definition eines Maßes
 - Zielbestimmung
 - Modellbildung
 - Skalentypbestimmung
 - Maßdefinition
- ② Validierung des Maßes
 - Interne Validierung
 - Externe Validierung
- ③ Anwendung des Maßes
 - Konkretes Modell bilden
 - Messung
 - Interpretation
 - Schlussfolgerung

Validierung von Maßen

Interne Validierung:

Nachweis, dass ein Maß eine gültige numerische Charakterisierung des entsprechenden Attributs ist, durch

- Nachweis der Erfüllung der Repräsentanzbedingung
- und Prüfung des Skalentyps

Externe Validierung → Vorhersagemodell:

- Hypothese über Zusammenhang zwischen zwei Maßen
- Erfassung der Meßwerte beider Maße auf gleicher Testmenge
- Statistische Analyse der Ergebnisse
 - Bestimmung von Parametern
 - Prüfung der Allgemeingültigkeit