

Grundlagen eines Attributsschemas für WB-Graphen

Dipl.-Ing. Oliver Lemke

Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung

TU Braunschweig

Version 0.1.1, 14.12.2005

Inhaltsverzeichnis

Document control	1
1 Abstract	1
2 Idee, Kontext und Einführung	1
3 Grundlagen	3
3.1 Attributsvariablen	3
3.2 Skalen	4
3.3 Attributsschema.....	4
4 Standard-Attributsschema als Beispiel	5
Literatur	8
Abbildungen und Tabellen	8

Document control

Titel:	Grundlagen eines Attributsschemas für WB-Graphen
ID:	IfEV-AFP-Le-002
Autor:	Oliver Lemke
Version:	0.1.1
Datum:	2005-12-14
Lizenz:	(noch nicht zugewiesen)

1 Abstract

Zur formalisierten Abbildung der in den kausalen Faktoren eines WB-Graphen beschriebenen Sachverhalte wird ein flexibles Attributsschema vorgeschlagen. Dabei werden einzelne Merkmale kausaler Faktoren numerisch oder alphanumerisch in Attributvariablen codiert. In diesem Papier werden zunächst die Hintergründe beschrieben, die zur Idee der Attributsschemata führten. Anschließend werden die einzelnen Elemente vorgestellt, aus denen sich ein Attributsschema zusammensetzt. In einem Beispiel werden diese einzelnen Elemente dann angewendet.

2 Idee, Kontext und Einführung

Bei bestimmten Anwendungen der Why-Because-Analyse (WBA) [LAD98] kann es sinnvoll sein, Teile des Informationsgehalts einzelner Knoten eines WB-Graphen in numerische oder alphanumerische Ausdrücke zu codieren. Eine solche Codierung von Informationen kann verwendet werden, um semantische Inhalte in einer maschinen-verständlichen Form abzulegen. Damit wären automatisierte Graphenoperationen wie z.B. der Vergleich verschiedener WB-Graphen, die Zusammenführung von einzelnen WB-Graphen (bzw. Teilen davon) oder die statistische Auswertung möglich.

Um diese zusätzlichen Informationen im Graphen zu speichern, könnten eine domänen-spezifische Sammlung von einzelnen Variablen verwendet werden, in denen bestimmte Aspekte der kausalen Faktoren durch (alpha-)numerische Ausdrücke repräsentiert werden. Folgende (nicht vollständige) Liste soll verdeutlichen, welche Art von Daten in diesen Variablen gespeichert werden könnten:

- **Kategorisierung des im Knoten beschriebenen Sachverhalts:** Anhand einer Liste wird der kausale Faktor einer oder mehrerer Kategorien zugeordnet. Zu jedem Knoten werden die ermittelten Kategorien abgelegt.

- Formalisierung des Knotentextes:** Der Knoteninhalt könnte in einer kontrollierten Sprache formuliert werden, z.B. in Attempto Controlled English (siehe [FUC99]). Die logische Repräsentation des Knotentextes würde dann in einem entsprechenden Attribut abgelegt.
- Zuordnung von Komponenten-Identifikationen zu einzelnen Faktoren:** In vielen Fachdomänen gibt es Klassifizierungsschlüssel für die Identifikation einzelner Systemkomponenten. Zu jedem Knoten könnte abgespeichert werden, welche Systemkomponenten am beschriebenen Ereignis oder Zustand beteiligt waren.

Zur Veranschaulichung dieser Idee soll die folgende Skizze dienen. In dieser ist ein Ausschnitt aus einem WB-Graphen dargestellt und ein einzelner kausaler Faktor hervorgehoben.

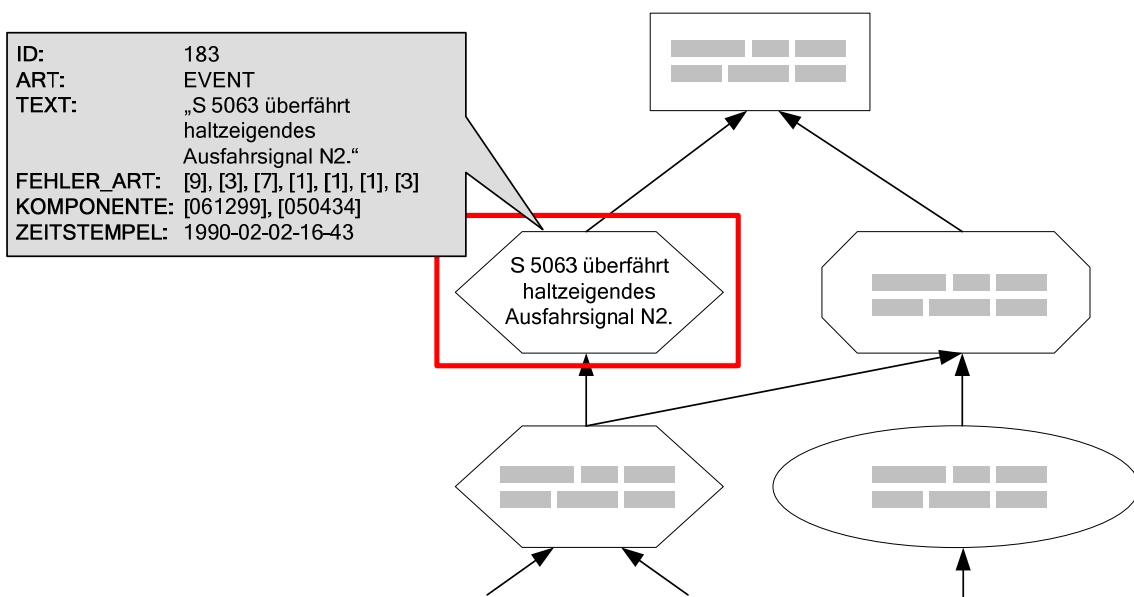


Bild 1 – Beispielhafte Codierung von Faktorinhalten

In der grauen Legende neben dem Faktor ist beispielhaft dargestellt, wie eine Codierung der Informationen erfolgen könnte. Zu erkennen sind die einzelnen Attributsvariablen (siehe Kapitel 3.1) als Fettdruck in der linken und die zugehörigen Werte in der rechten Spalte. Neben den Standard-Attributen für kausale Faktoren (siehe Kapitel 4), sind dort auch Angaben zur Art des im Faktor beschriebenen Versagens und zu den betroffenen Systemkomponenten dargestellt. So wird z.B. die Art des Versagens durch einen Vektor von Ganzzahlen codiert, ebenso die durch das Versagen betroffenen Komponenten des Gesamtsystems¹. Diese Codierung wird i.A. durch einen Bearbeiter erfolgen, der den Faktorinhalt liest, interpretiert und dann gemäß seiner eigenen Einschätzung des beschriebenen

¹ Die in der Abbildung dargestellten Zahlenwerte dienen nur der Verdeutlichung und haben keine weitere Bedeutung. Vielmehr ist die Entwicklung von aussagekräftigen Codierungsschemata einer der zu leistenden Arbeitsschritte.

Sachverhalts bestimmte Werte für die Variablen des Attributsschemas (hier z.B. FEHLER_ART und KOMPONENTE) vergibt.

Das oben exemplarische dargestellte Prinzip der Codierung von Faktorinhalten soll in diesem Dokument nun anhand der Erläuterung seines Aufbaus und der einzelnen Komponenten näher beschrieben werden.

3 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die einzelnen Elemente beschrieben, aus denen sich ein Attributsschema zusammensetzt: Elementarer Bestandteil sind die Attributsvariablen (siehe 3.1), die ein bestimmtes Merkmal des kausalen Faktors abbilden. Einer Attributsvariablen kann eine Skala (3.2) zugeordnet werden. Mehrere Attributsvariable mit den zugehörigen Skalen werden dann zum Attributsschema (3.3) zusammengefasst, das dann auf jeden kausalen Faktor eines WB-Graphen angewendet wird.

3.1 Attributsvariablen

Grundlegendes Element des Attributsschemas sind die Attributsvariablen. Jede Variable bildet dabei ein bestimmtes Merkmal des jeweiligen kausalen Faktors auf einen numerischen oder alphanumerischen Ausdruck ab. Dabei wird prinzipiell zwischen skalaren und vektoriellen Attributsvariablen unterschieden: Erstere speichern einen einzelnen Wert, letztere speichern mehrere Werte in einem entsprechenden n-Tupel. Ein Beispiel für einen skalaren Wert ist beispielsweise die Geschwindigkeit eines Zuges. Die Anzahl Reisender pro Wagen eines Zuges könnte hingegen sinnvollerweise durch eine vektoriellen Attributsvariable beschrieben werden.

Eine Attributsvariable wird durch einen eindeutigen Bezeichner und der Definition eines Typs (Ganzzahl, Gleitkommazahl, Datum, Zeit, etc.) definiert. Je nach Anwendungsfall können die Variablen diskrete oder kontinuierliche Werte annehmen. Ein Sonderfall der diskreten Variablen sind dabei Aufzählungstypen, bei denen zusätzlich zum Variablennamen auch alle möglichen Werte für die Variable definiert werden müssen. Ein Beispiel für einen Aufzählungstyp stellen z.B. die Tage einer Woche dar, wobei gültige Werte für diesen Aufzählungstyp [,1', ,2', ,3', ,4', ,5', ,6', ,7'] wären. Einem solchen Aufzählungstyp kann zudem noch eine diskrete Skala zugewiesen werden, die die einzelnen Werte mit einem semantischen Inhalt verknüpft (siehe Kapitel 3.2). Im konkreten Fall könnte eine solche Skala obige Werte mit den Abkürzungen der Wochentagsnamen verknüpfen, also [,Mo', ,Di', ,Mi', ,Do', ,Fr', ,Sa', ,So'].

3.2 Skalen

Üblicherweise wird denjenigen Merkmalen, die im Schema durch einen skalaren Zahlenwert repräsentiert werden, eine Skala zugeordnet. So kann² z.B. dem Merkmal „Geschwindigkeit“ die Skala „km/h“ zugewiesen werden oder dem Merkmal Temperatur die Skala „°C“. Je nach Art des abgebildeten Merkmals werden dabei unterschiedliche Skalentypen verwendet, wobei für Intervall- und Rationalskalen Rechenoperationen zwischen den einzelnen Werten der Skala zulässig sind. Eine Skala wird dabei definiert durch einen eindeutigen Namen und einen Wertebereich - festgelegt durch den Minimal- und Maximalwert.

Ein Sonderfall sind Skalen für diskrete Attribute. Hierbei werden den einzelnen diskreten Zahlenwerten bestimmte semantische Bedeutungen zugewiesen. Ein Beispiel dafür ist z.B. die bereits angesprochene Codierung von Systemkomponenten in Zahlenwerte. Dabei würde jeder einzelnen identifizierbaren Komponente ein Zahlenwert zugeordnet werden, z.B. der Wert ‚040820‘ für die Systemkomponente ‚Ks-Mehrabschnittssignal als Ausfahrtsignal eines Bahnhofs‘.

3.3 Attributsschema

Ein Attributsschema wird durch einen eindeutigen Namen referenziert und setzt sich aus einer Anzahl an Attributvariablen zusammen, denen jeweils genau eine Skala zugeordnet sein kann. Jedem Why-Because-Graph kann dabei eine beliebige Anzahl an Attributsschemata zugeordnet werden. Es ist denkbar, dass für verschiedene Fragestellungen unterschiedliche Attributsschemata entwickelt werden, die dann bei jedem konkreten Anwendungsfall neu kombiniert werden können. Ein Schema könnte beispielsweise die Zuordnung der einzelnen kausalen Faktoren zu bestimmten Organisationseinheiten des Unternehmens darstellen, wohingegen ein anderes Schema die Art der aufgetretenen menschlichen Fehlhandlungen kategorisiert. Die folgende Grafik zeigt, wie den kausalen Faktoren eines einzelnen WB-Graphen verschiedene Attributsschemata zugewiesen werden, um die unterschiedlichen Aspekte zu codieren.

² D.h. es muss nicht zwingend eine Skala vergeben werden. Es wäre beispielsweise unsinnig Attributvariablen, die nur Text enthalten, eine Skala zuzuweisen.

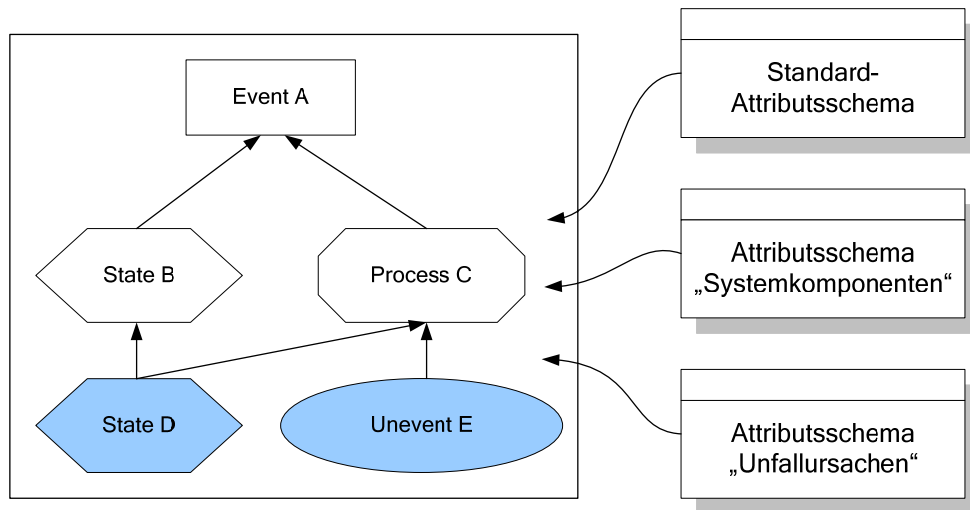


Bild 2 – Zuordnung mehrerer Attributsschemata zu einem WB-Graphen

Die aus den oben beschriebenen Bestandteilen entstehende Hierarchie ist in nachfolgender Grafik in ihrer Struktur dargestellt. Diese verwendet die Semantik von UML-Klassendiagrammen: Einem WB-Graphen können ein bis unendlich viele Attributsschemata zugeordnet sein. Jedes Schema setzt sich aus mindestens einer Attributsvariablen zusammen, der wiederum keine oder genau eine Skala zugeordnet sein kann.

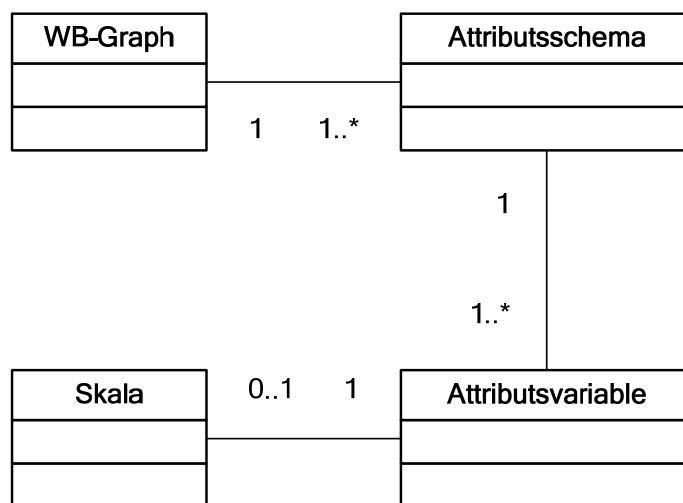


Bild 3 – Generelle Struktur der Attributsschemata

4 Standard-Attributsschema als Beispiel

Im Folgenden soll als konkretes Beispiel für die Funktionsweise der Attributsschemata ein Schema vorgestellt werden, das allgemeine, d.h. domänen-unabhängige Attribute für WB-Graphen umfasst. Dieses Schema kann dabei als das Standard-Attributsschema für WB-Graphen verstanden werden, da hier elementare Variablen z.B. zur Speicherung der textuellen Beschreibung des kausalen Faktors und

der eindeutigen Knotenbezeichner enthalten sind. Diese Datenmengen sind bis jetzt nicht exakt definiert worden. Sie werden aber bereits heute implizit bei jeder Definition eines kausalen Faktors verwendet. Das Standardattributsschema ist gewissermaßen der gemeinsame Nenner für die domänenunabhängigen Attribute der kausalen Faktoren jedes WB-Graphen.

Bevor die einzelnen Variablen des Attributsschemas festgelegt werden, muss analysiert werden, welche Informationen zur Beschreibung eines kausalen Faktors zwingend erforderlich sind. Berücksichtigt man diese Vorgabe, so lassen sich im Rahmen dieses Beispiels die folgenden Attribute identifizieren, die einen kausalen Faktor definieren³:

- Ein eindeutiger Bezeichner
- Der Text, der den im Faktor abgebildeten Sachverhalt beschreibt
- Die Art des kausalen Faktors

Nun müssen diesen Attributen die passende Namen, Typen und ggf. Skalen zugewiesen werden. Folgende Tabelle zeigt diese Zuweisung und damit die vollständige Definition der Attributsvariablen:

Attributsschema: ALLGEMEIN				
Name	Beschreibung	Typ	Restriktionen	Skala
ID	Der eindeutige Bezeichner des kausalen Faktors	STRING	-	-
TEXT	Der den im Faktor abgebildete Sachverhalt beschreibende Text	STRING	-	-
ART	Die Art des kausalen Faktors	AUFZÄHLUNG(INT)	(,1', ,2', ,3', ,4')	(,EVENT', ,STATE', ,PROCESS', ,UNEVENT'

Tabelle 1 – Definition der Attributsvariablen

³ Neben den u.g. Attributen kann man zusätzlich darüber diskutieren, ob für jeden kausalen Faktor auch seine Beziehungen zu anderen kausalen Faktoren – und somit implizit die gesamte Graphenstruktur – abgebildet werden sollten. Eine ähnliche Fragestellung wurde während der Entwicklung von CausalML aufgeworfen und wird in [LE05_2] diskutiert. An dieser Stelle wird die Entscheidung getroffen, die Graphenstruktur im Rahmen der Untersuchung der Attributsschemata *nicht* als elementaren Bestandteil eines kausalen Faktors anzusehen und sie somit nicht mit ins Standard-Attributsschema aufzunehmen.

Alle Attribute sind vom Typ STRING, wobei das Attribut ART ein Aufzählungstyp ist. Die angegebenen Restriktionen definieren die Werte, die für die Variable Art zulässig sind. Im vorliegenden Beispiel sind dies die zulässigen Arten von kausalen Faktoren gemäß der Definition in [LAD98]. Der Zusammenhang zwischen einem Wert dieses Aufzählungstyps und einer Art von kausalem Faktor erfolgt dabei über eine Skala, die die Einträge ‚EVENT‘, ‚STATE‘, ‚PROCESS‘, ‚UNEVENT‘ für die einzelnen diskreten Werte des Aufzählungstyps definiert.

Literatur

- [LE05_2] IfEV-CML-Le-001; Lemke, Oliver: „CausalML – Konzeptbeschreibung“, 2005
- [FUC99] Fuchs, N. E.; Schwertel, U.; Schwitter, R.; „Attempto Controlled English - Not Just Another Logic Specification Language“; in P. Flener (ed.): Logic-Based Program Synthesis and Transformation, Eighth International Workshop LOPSTR'98, Manchester, UK, June 1998. Lecture Notes in Computer Science 1559, Springer Verlag, 1999.
- [LAD98] Ladkin, Peter B.; Loer, Karsten: „Why-Because Analysis: Formal Reasoning About Incidents“, 1998

Abbildungen und Tabellen

Bild 1 – Beispielhafte Codierung von Faktorinhalten 2

Bild 2 – Zuordnung mehrerer Attributsschemata zu einem WB-Graphen 5

Bild 3 – Generelle Struktur der Attributsschemata 5

Tabelle 1 – Definition der Attributsvariablen 6