

3D-Darstellung von Ressourcenattributen bei der Geschäftsprozessmodellierung

Daniel Eichhorn, Agnes Koschmider

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
76128 Karlsruhe
{daniel.eichhorn|agnes.koschmider}@kit.edu

Abstract. 3D-Technologien eröffnen neue Möglichkeiten zur Modellierung von Geschäftsprozessen. In diesem Beitrag wird die dritte Dimension genutzt, um das Ablaufmodell mit dem Ressourcenmodell zu verknüpfen und um Ressourcenattribute kompakter darzustellen. Die dreidimensionale Ansicht von Ressourcenattributen kann zudem für die Simulation und Analyse von Ressourcen verwendet werden.

1 Einleitung

Modellierungswerkzeuge für Geschäftsprozesse unterstützen die Erstellung von Prozessmodellen in einer bestimmten Modellierungssprache. Die Unterstützung beschränkt sich derzeit noch vielfach auf syntaktische Vorgaben, eine kompakte Visualisierung verschiedener Prozess- und Dateninformationen wird vernachlässigt. 3D-Technologien eröffnen neue Möglichkeiten zur Modellierung von Geschäftsprozessen. Sie bieten eine höhere Anschaulichkeit und beseitigen bzw. reduzieren einige Defizite der herkömmlichen 2D-Prozessmodellierung, wie zum Beispiel die Begrenzung des Informationsumfangs in einem Prozessmodell.

Die Idee der Nutzung der dritten Dimension zur Prozessmodellierung ist nicht neu. [6] verwenden die dritte Dimension im Rahmen einer Fallstudie, um mehr Informationen miteinander kombinieren zu können. In [11] wurde diskutiert, wie die dritte Dimension genutzt werden kann, um Benutzer bei einer kompakten Darstellung und Animation von Geschäftsprozessen zu unterstützen. [13] beschreibt die Verwendung der dritten Dimension während der Simulation von Geschäftsprozessen.

In diesem Beitrag wird die dritte Dimension verwendet, um das Ablauf- und das Organisationsmodell miteinander zu verknüpfen und um den Einsatz von Ressourcen kompakt darzustellen. Damit sollen entsprechende Engpässe oder kritische Bereiche von Ressourcenattributen für den Anwender leichter erfassbar und analysierbar sein.

In den aktuell verfügbaren Modellierungssprachen ist eine Zuordnung von Ressourcen zu Aktivitäten möglich, allerdings sind weitere Modelle notwendig, um Ressourcenattribute zu erfragen.

In der Business Process Modeling Notation (BPMN) werden sogenannte Pools und Lanes verwendet, um die Ressourcenmodellierung mit der Ablaufmodellierung zu verbinden. Die Zuordnung von Ressourcen zu Aktivitäten ist ersichtlich, allerdings

werden Zusatzinformationen wie z.B. in welchem Maße fällt eine zeitliche oder finanzielle Belastung durch eine Aktivität an, in einem anderen Diagramm dargestellt.

Vor diesem Hintergrund wird in diesem Beitrag die dritte Dimension genutzt, um das Ablaufmodell mit dem Ressourcenmodell kompakter zu verbinden.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt. Im Kapitel 2 werden Ressourcenattribute und ihre 3D-Darstellung beschrieben. Kapitel 3 schlägt eine dreidimensionale Ansicht zur besseren Analyse des Ressourceneinsatzes vor. Das letzte Kapitel fasst den Ansatz zusammen.

2 3D-Repräsentation von Ressourcen

In diesem Kapitel wird zunächst eine Klassifizierung von Ressourcen und Ressourcenattribute skizziert. Anschließend wird eine 3D-Repräsentation für Ressourcenattribute vorgestellt, die eine leichtere Erfassbarkeit der Zusammenhänge zwischen Attributen und Aktivitäten ermöglichen soll.

2.1. Kategorisierung von Ressourcen

In der Literatur lassen sich unterschiedliche Kategorisierungen von Ressourcen finden. Ressourcen können entsprechend ihrer *Funktionen* bzw. ihrer *Position* in einer Organisation eingeteilt werden [2]. Außerdem können Ressourcen in *menschliche* und *nicht-menschliche* Ressourcen eingeteilt werden [3], [4]. *Nicht-menschliche* Ressourcen können beständige oder verbrauchbare Ressourcen sein. Eine weitere Kategorisierung von Ressourcen erfolgt durch die *Zugriffsart* auf die Ressourcen [4]. Dabei wird in *geteilte* (z.B. ein Netzwerkdrucker) und *private* Ressourcen (z.B. der PC eines Mitarbeiters) unterschieden. Bei *geteilten* Ressourcen kann eine weitere Unterteilung entsprechend der Art des Zugriffes erfolgen [4]. Geteilte Ressourcen können entweder einen *simultanen* Zugriff (z.B. ein Netzwerkdrucker) oder *nicht simultanen* Zugriff (z.B. die Ausfüllung eines Schecks) zulassen. Der Ressourcenzugriff auf einen Prozess (eine Aktivität) wird in *Resource Workflow Patterns* beschrieben [3]. In unserem Ansatz werden die Eigenschaften bzw. Fähigkeiten, welche Ressourcen bzgl. einer Aktivität besitzen, visualisiert, die in dem Resource Workflow Pattern „Capability-based Allocation“ beschrieben sind. Dieses Resource Workflow Pattern beschreibt den Zugriff bzw. die Zuordnung von Ressourcen entsprechend ihrer Fähigkeiten. Die Belastung einer Ressource gilt nur für langlebige Ressourcen, da verbrauchbare Ressourcen bei der Durchführung einer Aktivität ausgeschöpft werden und somit keine Belastung für die Ressource entstehen kann. Dieser Beitrag beschränkt sich auf menschliche bzw. langlebige, nicht-menschliche, geteilte Ressourcen, die belastet werden.

Fähigkeiten von Ressourcen

Ressourcen werden zur Ausführung von Aktivitäten eines Prozesses benötigt [5]. Beziehungen zwischen Ressourcen und ihre Zugehörigkeit zu Ressourcenklassen¹ werden in einem Organisationsmodell abgebildet. Die Zuordnung der Ressource zu einer Tätigkeit in einem Prozessmodell erfolgt anhand ihrer Fähigkeiten (z.B. Sending vs. Request). Abbildung 1 zeigt die Einteilung von Ressourcen entsprechend ihrer Fähigkeiten und die Zusammenfassung von Ressourcenklassen gleicher Fähigkeiten. Ressourcen mit der Fähigkeit „Senden“ werden in der Klasse „Sending Resource“ zusammengefasst. Ressourcen, über die eine Anfrage gestellt werden kann, werden in der Klasse „Requesting Resource“ zusammengefasst. Weiterhin gibt es Ressourcen, welche keiner Ressourcenklasse zugeordnet werden können (z.B. Printer und Cheque).

Sending Resource		Requesting Resource	
Post	Email Program	Application Form	Online System
Ability: Send	Ability: Send	Ability: Transmit Request	Ability: Transmit Request
Printer	Cheque		
Ability: Print	Ability:-		

Abb. 1.: Kategorisierung von Ressourcen anhand ihrer Fähigkeiten

Die Ausführung einer Aktivität durch eine Ressource setzt eine bestimmte Eigenschaft bzw. Fähigkeit einer Ressource bzgl. der Aktivität voraus. So können einzelne Ressourcen unterschiedliche Zeiten zur Ausführung einer Aktivität benötigen oder es fallen unterschiedliche Kosten für die Ausführung der Aktivität an. Die Eigenschaften einer Ressource bezüglich der Aktivitätsausführung werden als Attribute bezeichnet. Eine Ressource kann die folgenden Attribute besitzen: (1) die Auslastung bzw. die zeitliche Verfügbarkeit einer Ressource, (2) Zugriffshäufigkeit auf eine Ressource, (3) Kosten, die für die Ausführung einer Aktivität durch die Ressource anfallen, (4) Fähigkeit bzw. die Eignung einer Ressource, eine entsprechende Aktivität durchzuführen und (5) die Arbeitsgeschwindigkeit, mit der eine Ressource eine Aufgabe erledigt.

Die Ressource kann durch ein mehrflächiges dreidimensionales Objekt dargestellt werden. Dabei entspricht jede Fläche einem Attribut. Dadurch ist es möglich, beliebig viele Attribute darzustellen, welche dann durch Drehung des Objektes zur Ansicht gebracht werden. Dieser Beitrag beschreibt beispielhaft die Darstellung der drei Attribute *Verfügbarkeit*, *Zugriff* und *Kosten*. In einer 3D-Ansicht sind Attribute miteinander kombinierbar und gleichzeitig darstellbar. So können bei der Analyse von Kosten sowohl geteilte als auch private Ressourcen betrachtet werden. Zur Ausnutzung der dreidimensionalen Sicht werden in diesem Beitrag nur diejenigen Arten von Ressourcen betrachtet, die alle drei Attribute nutzen. Beispielsweise kann bei privaten Ressourcen kein Zugriffskonflikt entstehen, da private Ressourcen nur für eine bestimmte Aktivität zur Verfügung stehen. Bei Ressourcenklassen mit exklusivem Zugriff kann ebenfalls kein Konflikt entstehen, weshalb private Ressourcen und

¹ Bei einer solchen Einteilung bezeichnet man die Ressourcenklasse auch als Rolle [5]. In diesem Beitrag wird zwischen Ressource und Ressourcenklasse unterschieden.

Ressourcen mit exklusivem Zugriff nicht weiter betrachtet werden. Es werden nur Ressourcen mit simultanem Zugriff betrachtet.

2.2. 3D-Darstellung der Attribute

Die dreidimensionale Darstellung der Attribute wird anhand eines Prozessmodells für Zahlungsanforderungen veranschaulicht. Das Prozessbeispiel stammt aus [7] und wurde in [4] um Ressourcen erweitert. In unserem Beitrag haben wir das Beispiel als Petri-Netz modelliert [8]. Damit die Attribute für den Benutzer erfassbar sind, müssen sie mit Hilfe von grafischen Objekten dargestellt werden, welche unterscheidbare Flächen aufweisen. Aus diesem Grund werden Ressourcen als stilisierte Figuren visualisiert, z.B. wird die Ressource *Computer* durch ein Computerbild dargestellt. Andere Ressourcen werden entsprechend mit passenden stilisierten Bildern der Ressourcen visualisiert. In unserem Beitrag verwenden wir zur Darstellung der Person eine stilisierte Figur, welche aus einer Kugel als Kopf und einem mehrseitigen Würfel als Körper besteht (siehe Abb. 2).

Die stilisierte Figur ist durch mehrere Seiten definiert. Dabei entspricht jede Seite einem Attribut. Die Fläche einer Seite gibt das Maximum des entsprechenden Attributwertes an und ist initial weiß dargestellt. Diese zusätzliche Visualisierung der Maxima ermöglicht eine schnelle Erfassung des noch möglichen Wertzuwachses der Attribute (um wie viel können Kosten, Belastung und Konflikte noch anwachsen). Die farbliche Füllung einer Seite spiegelt den momentanen Wert des Attributes wider.

Die Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit ist nicht linear und hängt von der Arbeitsbelastung ab. Bei niedriger und hoher Belastung wird die Arbeitsgeschwindigkeit schlechter [9]. Die Arbeitsgeschwindigkeit wiederum ist ausschlaggebend wie lange eine Aktivität von einer Ressource bearbeitet wird und welche Kosten dadurch für eine Aktivität anfallen. Der Anwender hat die Möglichkeit, die ihm am sinnvollsten erscheinenden Arbeitsgeschwindigkeitsformel abhängig von der Belastung der Ressource anzugeben. Denkbar ist hier einerseits ein lineares Geschwindigkeit-Belastungsverhältnis, d.h. mit steigender Belastung steigt auch die Geschwindigkeit. Andererseits ist eine Kurve entsprechend dem Yerkes-Dodson Gesetz² [10] denkbar. Nach dieser Formel kann der Belastungsverlauf, und die daraus resultierende Überlast errechnet werden.

Zur weiteren visuellen Unterstützung werden die Farben entsprechend [11] eingesetzt. Durch den Einsatz von Farben ist der Status einer Ressource schneller ersichtlich. Die Farbe Grün wird verwendet, um anzuzeigen, dass der Attributwert keine kritischen Grenzen überschritten hat. Gelb, um anzuzeigen, dass eine kritische Grenze überschritten wurde und Rot, um anzuzeigen, dass durch den Wert ein Problem verursacht wird. Für Betrachter mit Rot/Grün-Schwäche ist der Einsatz von anderen Farben denkbar.

Eine Ressource dient im Normalfall nicht nur dazu, eine einzelne Aktivität auszuführen [12], sondern wird mehreren Aktivitäten zugeordnet, bzw. mehrere

² Das Yerkes-Dodson Gesetz besagt, dass bei zunehmender Stimulation auch die Leistung zunimmt. Dies gilt jedoch nur bis zu einem gewissen Punkt. Ab diesem Punkt wird die Stimulation als Überforderung wahrgenommen und die Leistung sinkt.

Aktivitäten sind der Ressource zugeordnet. Die Ressource wird bei jeder Aktivität, die sie benötigt, dargestellt.

Abbildung 2 zeigt einen Auszug des Zahlungsanforderungs-Prozesses. Dieser Prozess beschreibt die Anordnung einer Zahlung, welche durch die Ressource *Department director* und der Benutzung der Ressource *Application Form* ausgeführt wird. In der Abbildung wird die Ressource *Department director* gezeigt³. An der Fülllinie der Vorderseite ist erkennbar, dass die Ressource durch diese Aktivität bisher nicht stark ausgelastet ist. Jedoch übersteigen die (Ausführungs-)Kosten, die für die Bearbeitung der Aktivität durch Ressourcen anfallen, einen kritischen Wert. Die finanzielle Überlastung ist an dem Füllbereich durch die Farbe Rot und durch die Kostenfülllinie gekennzeichnet. Durch das Überfahren (hoovern) eines Füllbereiches mit dem Mauszeiger wird textuell angezeigt, welches Attribut der Füllbereich darstellt.

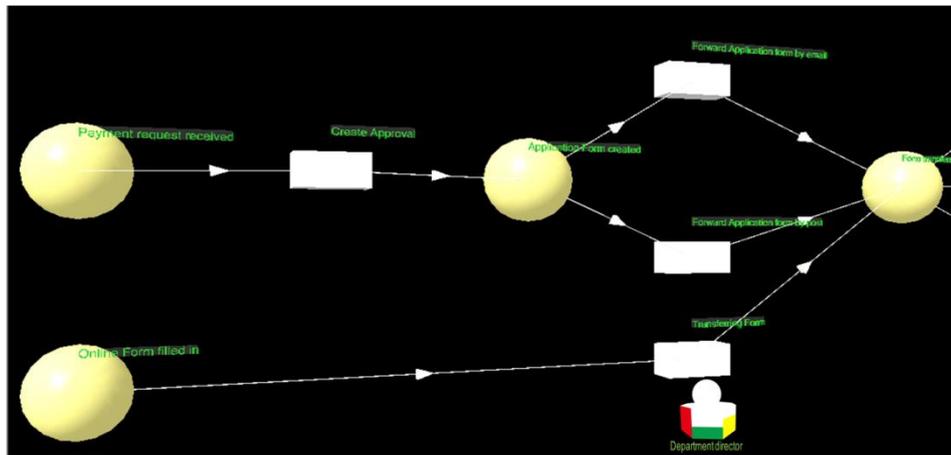


Abb. 2.: 3D-Darstellung von Attributen

3 Analyse von Ressourcenattributen

Die Darstellung der Attribute der Ressourcen/Aktivitäten-Beziehung eignet sich, um schnell kritische Stellen zu erkennen. Der Prozess kann anhand von Simulationen analysiert werden. Vor der Simulation müssen mehrere Daten manuell eingegeben werden. Es müssen die anfallenden Kosten eingetragen werden, welche bei der Ausführung einer Aktivität durch eine Ressource entstehen. Eine Annotation ist auch für die Belastung notwendig, also die Zeit, während der eine Aktivität eine Ressource benötigt. Hier muss, wie in Abschnitt 2.2. erwähnt, die Arbeitsgeschwindigkeitsformel vom Benutzer eingetragen werden. Um den kritischen Wert eines Attributs zu ermitteln, müssen entsprechende Bereichsgrenzen angegeben werden. Während der Simulation des Prozesses werden Aktivitäten mit Hilfe von Ressourcen ausgeführt. Dadurch findet eine

³ Die Ressource *Application Form* ist als Verbrauchsgut zu sehen, da das Formular für eine bestimmte Zahlungszulassung nur einmal benutzt wird.

Belastung der Ressourcen statt. Weiterhin verursacht die Verwendung von Ressourcen Kosten. Die vorher eingegebenen Werte der Kosten und Belastung werden jeweils additiv erfasst und es werden die Zugriffskonflikte während der Simulation protokolliert. Bei Ausführung einer Aktivität werden dann jeweils die Werte der Attribute der zugehörigen Ressource aktualisiert.

Zur Darstellung der Simulationsergebnisse wird ein Würfel vorgeschlagen. Jede Seite des Würfels stellt dabei ein anderes Ressourcenattribut dar. Es sind immer drei Attribute (Würfelseiten) sichtbar. Auf der Y-Achse werden Ressourcen und auf der X-Achse Aktivitäten abgebildet. Wurde während der Simulation eine Ressource von einer Aktivität genutzt, wird auf dem Schnittpunkt zwischen der X- und Y-Achse der entsprechende Wert des Ressourcenattributes ein Objekt dargestellt. Um eine gute Übersichtlichkeit zu gewährleisten, besteht die Möglichkeit einzelne Ressourcen und dazugehörige Aktivitäten auszuwählen (dabei werden die übrigen Elemente kleiner und in grauer Farbe dargestellt). Die Simulationsergebnisse können genutzt werden, um auftretende kritische Werte zu erkennen und Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Einige mögliche Gegenmaßnahmen werden im Folgenden kurz skizziert.

Zur Reduzierung einer Überlast kann eine andere Ressource, welche im Organisationsmodell der gleichen Ressourcenklasse (s. Abschnitt 2.1.) zugeordnet ist, genutzt werden. Die überlastete Ressource wird durch eine Ressource mit gleichen Fähigkeiten unterstützt⁴. Hierbei sollte die kostengünstigste Ressource verwendet werden. Eine Überlast kann auch reduziert werden, indem eine Aktivität in mehrere (Unter-)Aktivitäten aufgeteilt wird und dann unterschiedlichen Ressourcen zugeordnet wird. Der simultane Zugriff unterschiedlicher Aktivitäten auf eine Ressource, die keinen simultanen Zugriff auf sich erlaubt, kann kritisch sein und sollte durch das Hinzufügen einer weiteren Ressource gleichen Typs bzw. einer anderen Ressource der gleichen Klasse vermieden werden (siehe Abschnitt 2.1.). Ein Konflikt kann ebenso durch eine Überlastung der Ressource (erzwungener simultaner Zugriff) entstehen. Dieser kann dann durch die Maßnahmen, welche zur Behebung der Überlast durchgeführt werden, beseitigt werden. Die Auflösung einer Überlast und eines Ressourcenzugriffskonflikt ist durch den Einsatz einer größeren Anzahl von Ressourcen möglich. Beim Einsatz einer größeren Anzahl von Ressourcen können die Aktivitäten öfters ausgeführt werden. Hierdurch könnte zwar die Überlast und der Ressourcenzugriffskonflikt beseitigt werden, allerdings können die Kosten, welche für eine einzelne Aktivität anfallen dürfen, überschritten werden. Somit wird durch den höheren Einsatz von Ressourcen ein Zugriffs- bzw. Überlastproblem auf ein Kostenproblem verlagert. Beim Auftritt eines Kostenproblems müssen die Kosten gesenkt werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde eine Verknüpfung zwischen der Ablauf- und Organisationsmodellierung diskutiert. Zusätzlich wurde eine kompakte Darstellung von Ressourcenattributen vorgeschlagen. Diese kompakte Darstellung soll eine effiziente

⁴ Diese Lösung wäre auch schon zur Laufzeit der Simulation denkbar. Dies ist abhängig von dem verwendeten Ressource Pattern [3].

Analyse von Ressourcen unterstützen. Der in diesem Beitrag vorgestellte Analyseansatz für Ressourcenattribute ist erweiterbar um weitere Attribute, wie z.B. die Fähigkeit einer Ressource, eine entsprechende Aktivität durchzuführen oder ihre Arbeitsgeschwindigkeit.

Literaturverzeichnis

1. Oberweis, A.: Modellierung und Ausführung von Workflows mit Petri- Netzen. Teubner Verlag, Wiesbaden (1996)
2. Aalst, W. M. P., Hee, K.V.: Workflow Management: Models, Methods, and Systems. The MIT Press, Cambridge, MA (2002)
3. Russell, N., Hofstede, A.H.M ter, Edmond, D., Aalst, W. M.P van der.: Workflow Resource Patterns. BETA Working Paper Series, WP 127, Eindhoven University of Technology, Eindhoven (2004)
4. Li, H.; Yang, Y.; Chen, T. Y.: Resource constraints analysis of workflow specifications, In: The Journal of Systems and Software, Volume 73, S. 271-285. Elsevier, (2004)
5. Aalst, W.M.P. Van der: The Application of Petri Nets to Workflow Management. The Journal of Circuits, Systems and Computers, 8(1), S. 21-66 (1998)
6. Schönhage, B., Ballegooij, A. van, Eliens, A.: 3D Gadgets for Business Process Visualization – a case study-, In: Proceedings of the Fifth Symposium on Virtual Reality Modeling Language , S. 131- 138, Monterey, California, United States (2000).
7. Sadiq, W., Orłowska, M. E.: Analysing Process models using graph reduction techniques. Information Systems, Volume 25; S. 117-134 (2000)
8. Reisig, W.: Petrinetze - Eine Einführung, 2. Auflage. Springer (1986)
9. Nakatumba, J., Aalst, W.M.P. Van der: Analyzing Resource Behaviour Using Process Mining. In: Proceedings of the 7th International Conference of BPM, S.8-19. Ulm, Germany (2009)
10. Yerkes, R.M., Dodson, J.D.: The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. Journal Comparative Neurology and Psychology, 18, S. 459-482 (1908)
11. Eichhorn, D., Koschmider, A., Li, Y., Oberweis, A., Stürzel, P., Trunko, R.: 3D Support for Business Process Simulation. In: Proceedings of the 33rd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference, S. 73-80, Seattle, Washington, USA (2009)
12. Aalst, W.M.P. Van der: Business Process Simulation: How to get it right. In: Proceedings of the 6th International Conference of BPM, Milan, Italy (2008)
13. Betz, S., Eichhorn, D., Hickl, S., Klink, S., Koschmider, A., Li, Y., Oberweis, A., Trunko, R.: 3D Representation of Business Process Models. In Loos, Peter; Nüttgens, Markus; Turowski, Klaus; Werth, Dirk, Proceedings of Modellierung betrieblicher Informationssysteme, LNI, Köllen Verlag (2008)