DIE BEHANDLUNG VON ZEIT IM BEREICH WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEME

EINLEITUNG

Der konstante Druck, dem Unternehmen von seiten des Marktes ausgeliefert sind, zwingt diese immer stärker, sich mit der Reorganisation ihrer administrativen Tätigkeit zu beschäftigen. Ein Ansatz, dieses Ziel zu erreichen, besteht in der Nutzung der Vorteile eines Workflow-Managementsystems. Diese Vorgangssteuerungssysteme unterstützen den Entwurf, die Ausführung und Bewertung von flexiblen oder festgelegten automatisierten Geschäftsabläufen.

Aber die Umsetzung dieser Technologie im Unternehmen ist keineswegs einfach. Neben den technischen Anforderungen hat ein Workflow-Prozeß-Designer mit weiteren Herausforderungen zu kämpfen:

- Korrekte Transformation des Ergebnisses des vorangegangenen *Bussiness Process Reengineerings* (BPR).
- Verschmelzen der unterschiedlichsten bestehenden Technologieansätze mit den aktuellen Anforderungen (Problem der *legacy systems*).
- Schätzen der quantifizierbaren Parameter, die für die Ausführung der Prozeßmodelle notwendig sind.

Trotz der Tatsache, daß die meisten gängigen Workflow-Managementsysteme sehr ausgefeilte Werkzeuge zur Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen zur Verfügung stellen, fehlt den meisten jedoch ein wichtiges Konzept: der Umgang mit Zeit ist entweder nur sehr umständlich oder aber gar nicht möglich. Zeit ist aber in diesem Zusammenhang ein sehr wichtiger Begriff. Viele Geschäftsvorfälle beziehen sich unmittelbar auf Zeitpunkte, Zeitdauern oder absoluten Datumswerte, wie z. B. Liefertermine, Wiedervorlagezeitpunkte oder festgelegte Bearbeitungszeiten.

Ein weiteres Argument für eine verstärkte Einbeziehung von Zeit in den Entwurf von Workflows ist die Tatsache, daß durch den expliziten Umgang mit diesem Element, der Modellierer gezwungen ist, chronologische Gegebenheiten zu berücksichtigen und auch zu planen. Dadurch wird schon sehr früh im Entwurfsprozeß der Optimierungsgedanke gefördert.

Und schließlich ist die Ressource Zeit ein wichtiger Parameter vieler *Bussiness Process Reengineering*-Werkzeuge, die eingesetzt werden, um die Geschäftsprozeßverbesserung voranzutreiben. Wenn aber die Ergebnisse des BPR aufgrund fehlender Entsprechungen auf Seiten des Workflow Managements nur unvollständig genutzt werden können, so wird die Sinnhaftigkeit dieses Vorgehens untergraben. Falls aber Workflow Management Systeme das Konzept Zeit beinhalten, können die Prozesse einfacher importiert und ohne größere Adaption automatisiert werden.

Ohne auf eine exakte Terminologie zu pochen, definiere ich für diesen Vortrag Workflow folgend: Ein Workflow oder Prozeß ist eine Kette von Arbeitsschritten, die wiederum selbst aus Arbeitsschritten oder Workflows bestehen. Die Basiseinheit eines Workflows kann nicht mehr weiter unterteilt werden und wird Aktivität genannt. Workflows können sich aufteilen (parallel oder alternativ), Kontrollstrukturen beinhalten (Schleifen, Auswahlkonstrukte) oder nur einfache Abfolgen (Sequenzen) sein.

KLASSIFIKATION VON ZEIT

Eine Voraussetzung, um die Diskussion über Zeitaspekte beginnen zu können ist die Einführung von zumindest zwei einfachen Begriffen, dem Zeitpunkt und dem Zeitintervall (bzw. Zeitdauer). Mit Hilfe dieser Konzepte ist es nun möglich, Zeitdauer mit Akivitäten zu assoziieren. Ausgehend von diesen Grundlagen, kann man zwei für Workflow Management relevante Gebiete identifizieren, die von mir *inhärente* und *externe* Zeitabhängigkeiten genannt werden. Innerhalb dieser beiden Klassen findet man verschiedene Typen von Zeitabhängigkeiten zwischen Aktivitäten oder Prozessen. Diese werden nun in weiterer Folge untersucht.

Inhärente Zeitaspekte

Nachdem der Workflow-Modellierer jeder Aktivität eine Zeitdauer zugewiesen hat, ist es möglich, die Gesamtlaufzeit des Workflows zu berechnen. Dazu wird die Prozeßstruktur untersucht und der längste Exekutionspfad bestimmt. Durch diesen wird die maximale Laufzeit des Workflows festgelegt. Diese Ausführungsfolge nennt man auch **kritischer Pfad**, da durch ihn jenes Zeitquantum bestimmt wird, das dem Prozeß insgesamt zur Verfügung steht. Eine Aktivität, die an diesem Ausführungspfad liegt, gefährdet durch jede Verzögerung diese Obergrenze. Der Trivialfall wird durch eine Sequenz gebildet, also eine Hintereinanderausführung von Aktivitäten ohne eine Verzweigung. Dieser Prozeß hat **nur** einen Exekutionsweg und dieser ist auch der kritischen Pfad, während jede Verzweigung zusätzliche, unkritische Pfade produziert.

Inhärente Zeitabhängigkeiten werden vom Workflow-Entwerfer **nicht explizit** modelliert, sondern aus der Struktur des Workflows und den verfügbaren Zeitinformationen abgeleitet. Für jede Aktivität ergibt sich für das Start- und Endereignis ein Zeitintervall, welches durch die Position des Arbeitsschrittes in der Workflow-Struktur bestimmt wird. Für eine Aktivität am kritischen Pfad ist die Länge dieses Intervalls Null, d. h. die Beginn- und Endzeit ist genau festgelegt. Im Gegensatz dazu ergibt sich für jede andere Aktivität eine Pufferzeit, die konsumiert werden kann, ohne daß sich zeitliche Auswirkungen für den Gesamtprozeß ergeben. Je mehr aber von diesem Sicherheitsquantum verbraucht wird, desto weniger steht den anderen Aktivitäten zur Verfügung, bis schließlich im schlechtesten Fall jede Aktivität kritisch wird.

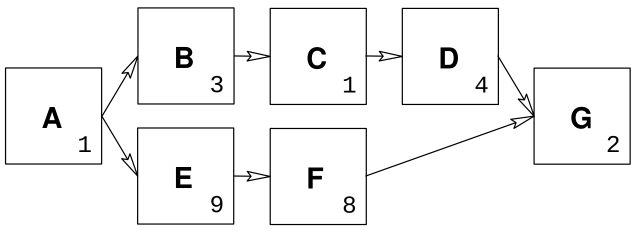

Abbildung 1: Einfacher Workflow

Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für einen einfachen Workflow. Aktivitäten sind in dieser Graphik als Rechtecke dargestellt, deren Namen sind durch Großbuchstaben symbolisiert, während in der rechten unteren Ecke einer Aktivität die geschätzten Ausführungszeiten stehen. In diesem Beispiel ist die Startaktivität *A* nach Ablauf einer Zeiteinheit beendet und die **UND-verbundenen** Nachfolgeaktivitäten *B* und *E* können nun gleichzeitig beginnen. Nach der erfolgreichen Durchführung von *B* beginnt *C* usw. Dieser Prozeß wird am Ende durch die Aktivität *G* koordiniert, d. h. *D* und *F* müssen **beide** beendet sein, bevor *G* starten kann.

Die Gesamtlaufzeit des Workflows errechnet sich aus der dem Maximum aller Wegesummen. Dieser kritische Pfad ist nun der Exekutionsweg über *A*, *E*, *F* und *G* und hat in unserem speziellen Fall die Länge von 20 Zeiteinheiten. Für alle anderen Aktivitäten ergibt sich nun eine gemeinsame Pufferzeit von 9 Zeiteinheiten, der aufgebraucht werden kann, ohne daß die Obergrenze von zwanzig Zeiteinheiten für den Gesamtprozeß gefährdet wird. Wie bereits erwähnt, wird auch der zweite Exekutionsweg kritisch, wenn diese Toleranzzeit aufgebraucht ist.

Anders ausgedrückt gibt es versteckte zeitliche Beziehungen (inhärent) zwischen den Aktivitäten, welche die Ober- und Untergrenze für die Start- bzw. Endzeitpunkte eines Arbeitsschrittes festlegen. Die Obergrenze ergibt sich aus der Rückrechnung vom Ergebnis des längsten Weges für jede Aktivität, während bei der Berechnung der Untergrenze der Startwert der ersten Aktivität die Ausgangsbasis ist.

Ein spezielles Problem ist aber die Behandlung von alternativen Ausführungspfaden, die auftreten, falls *if*-Kontrollstrukturen für die Modellierung eines Workflows zugelassen werden. Jede Alternative generiert eine weitere Menge von Ausführungspfaden. Wenn im obigen Beispiel die Kontrollstruktur eine **oder**-Verbindung ist, dann kann zur Laufzeit entweder der Pfad *A-B-C-D-G* oder *A-E-F-G* ausgeführt werden, was unterschiedliche Prozeßmuster ergibt. Jeder dieser alternativen Prozesse hat seinen eigenen kritischen Pfad mit unterschiedlichen Werten. Es ist nun aber unsinnig, alle diese Werte für jeden Prozeß immer im Auge zu behalten, da durch die kombinatorische Explosion der Wegeanzahl eines durchschnittlich komplexen Workflows dieser Aufwand zu groß wir. Als Kompromiß wird deshalb die Beobachtung auf den besten und schlechtesten Fall eingeschränkt.

1. Der **Minimal**wert des kritischen Pfades ergibt sich aus der Annahme, daß bei jeder Alternative der kürzeste Ausführungsweg gewählt wird.
2. Der **Maximal**wert des kritischen Pfades ergibt sich aus den Werten des längsten Weges durch alle Alternativen.

Als Konsequenz dieser Annahmen müssen für jeden Start- und Endzustand einer Aktivität vier Datenwerte berechnet werden. In der weiteren Folge dieser Arbeit werden Start- und Endzustand auch als „Zustand“ bezeichnet.

1. E_s^{bc} (*earliest best case of state s*) ist derjenige Zeitpunkt des frühesten möglichen Eintreffens des Zustands *s*. Dieser ergibt sich bei der Auswahl jener Alternativen, die zum kürzesten Weg führen.
2. L_s^{bc} (*latest best case of state s*) ist der späteste erlaubte Eintrittszeitpunkt für den Zustand *s*.
3. E_s^{wc} (*earliest worst case of state s*) bestimmt den frühesten Eintrittszeitpunkt für den Zustand *s*, falls bei jeder vorherigen Alternative der längste Weg gewählt wurde.
4. L_s^{wc} (*latest worst case of state s*) ist der späteste Zeitpunkt für das Eintreten des Zustands *s*. Wenn diese Vorgabe nicht eingehalten werden kann, so wird bei weiterem Verbleib auf dem längsten Weg die maximale erlaubte Ausführungszeit des Workflows überschritten. Tatsächlich kann dieser Wert nur dann eingehalten werden, wenn ab dem Erreichen dieses Zeitpunktes nur mehr der kürzeste Weg beschritten wird.

Alle diese Daten können vom System automatisch generiert werden, falls der Workflow-Designer die Ausführungsdauern der Aktivitäten richtig schätzt. Diese Arbeit wird ihm durch die Verwendung von normalverteilten Prozeßparametern aber erleichtert.

Externe Zeitaspekte

Zusätzlich zu den automatisch erzeugten inhärenten Zeitbeziehungen sollte der Prozeßmodellierer ein Werkzeug in die Hand erhalten, welches ihm die Darstellung weiterer zeitlicher Einschränkungen erlaubt. Diese ergeben sich unmittelbar aus dem jeweiligen Geschäftsfeld. Hier sind einige Beispiele für diese Klasse von zeitlichen Restriktionen angeführt:

1. In der öffentlichen Verwaltung muß ein Akt innerhalb von sechs Monaten bearbeitet werden.
2. Zwischen der Buchung einer Flugreise und die Übermittlung der Buchungsbestätigung an den Kunden dürfen maximal 24 Stunden verstreichen.
3. Erst vier Wochen nach der behördlichen Abmeldung eines Kraftfahrzeuges darf das Storno der Versicherungspolizze erfolgen, da die elektronische Übermittlung diese Daten von der Behörde zur Versicherung zumindest einen Monat benötigt.
4. Die Inventur muß spätestens am 31. August eines jeden Jahres beendet sein.

Wie man aus den obigen Beispielen ersehen kann, werden externe Abhängigkeiten zwischen zwei, nicht notwendigerweise verschiedenen, Aktivitäten formuliert. Genauer gesagt, sie müssen zwischen Beginn und Ende der betreffenden Arbeitsschritte definiert sein. Zusätzlich zu dieser Verankerungen sind sie von eimem der folgenden Typen: **min**, **max**, **fix** oder **date**. In Kombination mit der Referenz auf Beginn oder Ende ergeben sich somit vierzehn verschiedene Klassen von Zeitabhängigkeiten. Ein Beispiel für eine solche Klasse wäre die o. a. Flugbuchung: **Referenzen** sind das **Ende** der Aktivitäten Buchung und **Ende** der Bestätigung, der Typ ist **max** und die Zeitspanne beträgt **24 Stunden**.

INTEGRATION VON ZEIT IN WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEME

Im letzten Kapitel wurden zwei unterschiedliche Klassen von Zeitabhängigkeiten identifiziert, die im Bereich Workflow-Management eine Rolle spielen. Nun stellt sich die Frage, wie diese Konzepte in ein solches System integriert werden können.

Integration inhärenter Zeitabhängigkeiten

Inhärente Zeitbeziehungen werden automatisch aus der Workflow-Struktur und den dort definierten Daten generiert. Wie kann das funktionieren?

Aus den Bereichen „Operations Research“ oder der Produktionsinformatik sind einige Techniken bekannt, mit denen Parameter von Prozeßressourcen berechnet und optimiert werden können. Durch die Analyse dieser Methoden kann man einige Ähnlichkeiten zwischen den Bereichen Workflow-Modellierung und Projektplanung finden.

In dieser Arbeit wird die Netzplantechnik PERT (Programm Evaluation and Review Technique) zur Darstellung und Berechnung von Schlupfzeiten (und damit inhärenten zeitlichen Beziehungen) für jede Aktivität genutzt. Dieser Ansatz bringt einige Vorteile mit sich:

- Durch die Ähnlichkeit zur Projektplanung kann die Netzplantechnik ohne größeren Aufwand adaptiert werden.
- Zeitabhängigkeiten zwischen einzelnen Bereichen des Workflows können visualisiert werden. Viele Einschränkungen werden durch Analyse des Diagramms erkannt und können bereits in frühen Stadien des Entwurfes behandelt werden.

- Netzplandiagramme sind sowohl flexibel als auch verständlich. Anpassungen erfordern keinen Neuentwurf und sind somit leichter nachvollziehbar.
- Durch die Parallelen zwischen PERT und den vielen Workflow-Beschreibungssprachen können Modelle des einen Konzeptes einfach in die des anderen transformiert werden. Vor allem die Interpretation der dabei gewonnen Daten fällt leicht.

Eine kurze Einführung in PERT

Ein PERT-Netz ist ein gerichteter, azyklischer Graph, bestehend aus einer Menge von Knoten und Kanten. Knoten repräsentieren den Beginn oder das Ende einer Aktivität, während die Kanten die Aktivitäten selbst darstellen. Jeder Aktivität wird eine Zeitdauer zugewiesen. Das geschieht, indem der Workflow-Modellierer folgende drei Werte spezifiziert:

1. Einen Minimalwert **a**, der die absolute Untergrenze für die Durchführung der Aktivität darstellt, auch wenn dieser Wert eher unwahrscheinlich ist.
2. Die Obergrenze **b**, die den Fall der Maximaldauer repräsentiert, und
3. den häufigsten Wert **m**.

Mit Hilfe dieser drei Werte wird nun unter der Annahme einer β-Verteilung, durch die beiden Gleichungen $\mu = \frac{a+4m+b}{6}$ und $\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$ der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. Die β-Verteilung wird nur zur einfachen Berechnung der Parameter angenommen, da ab diesem Moment Normalverteilung zugrunde gelegt wird. Im konkreten Fall werden Mittelwert und Standardabweichung als Wert für die Ausführungszeit einer Aktivität festgelegt und für die Berechnung im PERT-Diagramm verwendet. In der weiteren Folge dieser Ausführung werden diese beiden Parameter gemeint sein, wenn von der Dauer eines Arbeitsschrittes die Rede ist.

Jeder Zustand wird sequentiell durchnumeriert, wobei jeder Netzplan genau einen Anfangs- und Endzustand besitzt. Das folgende Beispiel demonstriert den Aufbau eines Netzplans.

Ein Workflow besteht aus zwölf Aktivitäten, A, ..., L mit der folgenden Struktur:

1. *A und B sind die ersten Aktivitäten des Workflows.*
2. *C folgt auf A und B.*
3. *D ist der Nachfolger von C.*
4. *E und F folgen B.*
5. *G startet nach F und C.*
6. *H ist der Nachfolger von E.*
7. *J und I starten nach dem Ende von H.*
8. *K folgt D und J*
9. *L folgt K*
10. *G, I und L sind die letzten Aktivitäten des Workflows*

Folgende Zeiten werden für jede Aktivität geschätzt:

Aktivität	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*J*	*K*	*L*
Dauer (Stunden)	*5*	*3*	*2*	*1*	*3*	*2*	*8*	*1*	*2*	*3*	*4*	*7*

Der resultierende Netzplan ist in Abbildung 2 zu sehen.

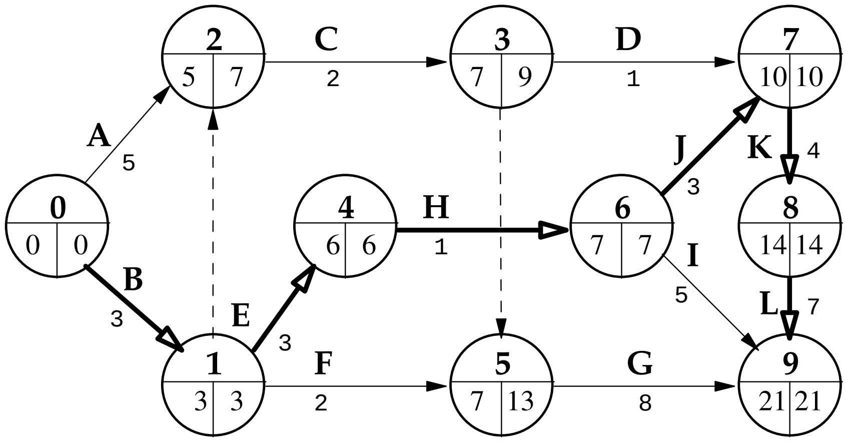

Abbildung 2: Netzplan

Strichlierte Linien werden als Scheinaktivitäten zur Synchronisation von Aktivitäten interpretiert. In diesem Beispiel muß laut Angabe, C nach A und B gestartet werden. Da aber beide Endzustände unterschiedliche Werte beinhalten, müssen sie durch eine Scheinaktivität koordiniert werden.

Zur Berechnung der Werte E_j (links unten in jedem Knoten) wird jeder Wert E_i *einer Aktivität* (*i*, *j*) durch Addition mit der Dauer der Aktivität bestimmt. Falls es mehrere solcher Vorgänger gibt, wird der Maximalwert für den Nachfolgezustand eingetragen. Nachdem diese Berechnungsvorschrift für jeden Zustand angewandt wurde, kann die Ausführungsdauer für den gesamten Workflow im letzten Zustand, in unserem Beispiel Zustand 9, abgelesen werden.

Durch die Rückrechnung, die ausgehend vom letzten Zustand in Richtung Startzustand vorgenommen wird, werden die Werte *L* ermittelt. Auch hier ergeben sich die Werte aus der Differenz der Werte des Nachfolgerzustands mit der Dauer der betreffenden Aktivität. Sind mehrere Aktivitäten Nachfolger der aktuellen, dann wird das Minimum eingetragen.

Einige Kanten sind durch verstärkte Linien dargestellt. Dieser Weg durch den Workflow ist der bereits mehrmals erwähnte **kritische Pfad**. Man kann durch den Vergleich der Werte *E* und *L* erkennen, daß Zustände (und damit Aktivitäten) am kritischen Pfad keine Schlupfzeiten zur Verfügung haben.

Detaillierte Informationen zur Konstruktion von Netzplänen kann man der einschlägigen Literatur des *Operations Research* entnehmen.

Erweiterung und Interpretation von PERT

Netzdiagramme sind für die Planung und Kontrolle von Projekten entwickelt worden. Aber einige Konzepte werden von den „klassischen" PERT-Techniken nicht behandelt. Eines der wichtigsten ist das Konzept der **Alternative**. Workflow-Spezifikationen sehen in vielen Fällen die Abarbeitung unterschiedliche Durchführungsschritte vor. Ein Beispiel ist die unterschiedliche Behandlung eines Kreditantrages, abhängig von der Höhe der Kreditsumme. Mit Hilfe von Netzplänen kann diese Tatsache nur durch einen eigenen Plan für jede Alternative korrekt abgebildet werden. Da aber ein durchschnittlich komplexer Arbeitsablauf die Anzahl der Netzpläne stark anwachsen läßt, ist dieses Vorgehen generell nicht akzeptabel. Weiters können Kontrollstrukturen wie Schleife oder Auswahl, die von manchen Workflow-Beschreibungssprachen angeboten werden, durch PERT-Netzpläne nicht behandelt werden. Aus diesem Grund wird ein neues syntaktisches Element für PERT eingeführt, die **alternative Verzweigung**.

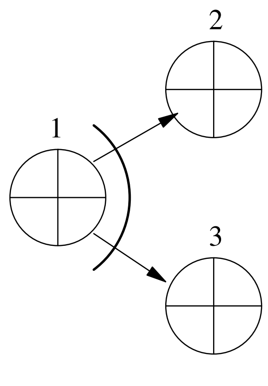

Abbildung 3: Alternative im Netzplan

Alternativen in PERT werden durch einen Bogen, der sich über Kanten spannt, dargestellt. Als Konsequenz des Konzepts der Alternative muß man nun in jedem Zustand vier statt zwei Werte verwalten. Diese Erweiterung, nun ePERT (extended) genannt, verändert die Interpretation des Netzplans. Ein ePERT-Diagramm ist nun die Akkumulation aller Wege, die ein Workflow während seiner Abarbeitung erfahren kann. Um aber die anfallende Datenmenge in den Griff zu bekommen, werden nur mehr der **kürzeste** und der **längste** Weg durch den Prozeßablauf berechnet, alle anderen Werte befinden sich dadurch innerhalb dieser Intervallgrenzen. Nicht nur die Interpretation, auch die Berechnungsvorschriften für die *E*- und *L*-Werte ändern sich durch die Einführung dieses neuen syntaktischen Elements.

Dank dieser veränderten Planungstechnik kann das Zeitverhalten allgemeinerer Klassen von Workflows berechnet werden. Im Speziellen ist jetzt nicht nur die Transformation von alternativen Verzweigungen, sondern auch Schleifen und Auswahlkonstrukten von Workflowbeschreibungen in Netzpläne ermöglicht.

Nachdem ein ePERT-Diagramm aus den Struktur- und Zeitinformationen einer Workflow-Beschreibung errechnet wurde, kann der Schedulingmechanismus des Workflow-Managementsystems diese Daten nutzen, um eine korrekte Zuteilung und Abarbeitung der Aktivitäten auch mit der Berücksichtigung von Zeit zu ermöglichen. Durch die Untersuchung eines jeden aktiven Zustands kann das System sich abzeichnende Prozeßverzögerungen für jede Instanz erkennen und Reaktionen veranlassen.

Dies geschieht vor allem durch die Beobachtung des Wertes L_s^{wc} eines jeden Zustands *s*. Er gibt den spätesten erlaubten Zeitpunkt für jede Aktvivität zur Laufzeit an. Je näher der aktuelle Zeitpunkt diesem Wert ist, desto eingeschränkter ist die Möglichkeit zur Auswahl der Folgeaktivität. Die Folgeaktivität (*i*, *j*) mit der geschätzten Bearbeitungsdauer d kann nur mehr gestartet werden, wenn die Bedingung $L_j^{wc} \geq t + d(i,j)$ gilt. Wenn das nicht zutrifft, so wurde ein Zeitfehler entdeckt und der Scheduler muß eine andere Aktivität auswählen, falls das möglich ist.

Integration externer Zeitabhängigkeiten

Externe Zeitbeziehungen können zwischen Zuständen von Aktivitäten auftreten. Um diese Gegebenheiten modellieren zu können, muß dem Workflow-Entwerfer ein Sprachkonstrukt zur Verfügung stehen, welches mit allen notwendigen Elementen ausgestattet ist. Wie bereits o. a. bezieht sich eine externe zeitliche Einschränkung auf Beginn oder Ende einer Aktivität. Zusätzlich muß noch der Typ (**min**, **max**, **fix**,

date) und der Zeitbezug *d* festgelegt werden. Dieser kann durch ein Datum, einen konstanten Wert oder eine Funktionsrückgabe bestimmt sein.

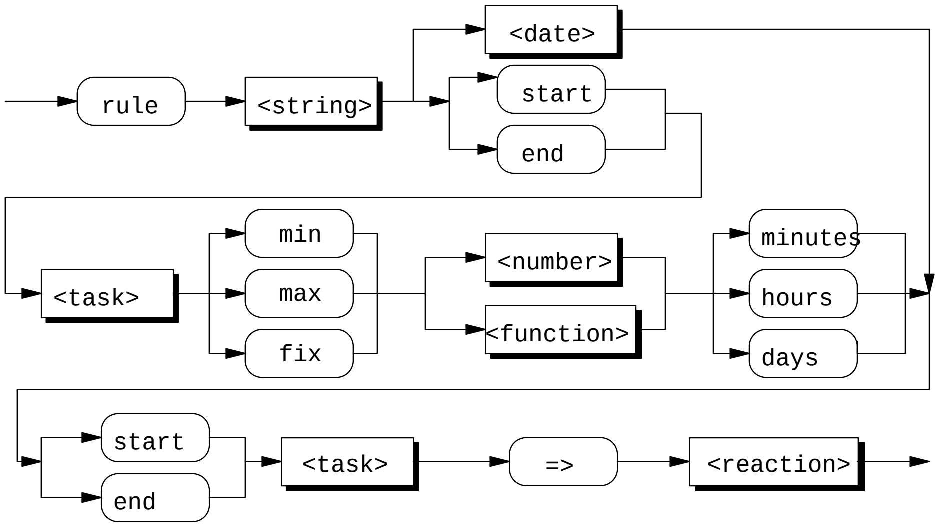

Abbildung 4: Syntax der Externen Zeitbedingung

Die Abbildung 4 zeigt die Syntax der externen Zeitregel, die Teil einer Workflow-Spezifikation ist. Mit ihrer Hilfe können für jede Aktivität beliebig viele Zeiteinschränkungen definiert werden. Zusätzlich können noch komplexe Regeln durch die Verwendung logischer Operatoren (UND, ODER) gebaut werden. Die Laufzeitumgebung des Workflow-Systems ist für die Einhaltung dieser vorgegebenen Grenzen verantwortlich.

NUTZEN VON ZEITINFORMATION

Nachdem die unterschiedlichen Klassen von Zeiteinschränkungen identifiziert und konzeptuell in den Bereich Workflow-Management eingebracht wurde, stellt sich nun die Frage nach den Vorteilen, die sich daraus für die Modellierung und die Ausführung von Workflows ergeben.

Es gibt viele Begründungen, warum der Aspekt Zeit wichtig ist:

1. Modellierung

    - Die Überführung bereits bestehender Modelle, die durch BPR-Werkzeuge analysiert wurden, in die Workflow-Umgebung wird vereinfacht. Durch die explizite Behandlung von Zeit kann ohne konzeptuellen Bruch die Struktur des Geschäftsprozesses importiert werden.
    - Frühe Einbeziehung des Optimierungsgedankens in den Entwurfsprozeß.
    - Fehlersituationen werden bereits während des Entwurfes behandelt. Das geht über die Festlegung von Bedingungen, die Fehler beschreiben hinaus. Auch die daraufhin auszuführenden Reaktionen des Systems werden bereits jetzt beschrieben. Dies kann ein ausdrückliches **Ignorieren** des Fehlers (der aufgetretene Fehler wird aber auf jeden Fall entdeckt), ein **Warnhinweis** an die verantwortliche Stelle, ein **alternativer** Abarbeitungsweg, oder aber der **Abbruch** des Workflows sein. Als weitere denkbare Reaktion kann auch der **Benutzer** diese erlaubten Reaktionen anstoßen. Allgemein kann man sagen, daß versucht wird, Zeitfehler als semantische (Fehler des Geschäftsprozesses) zu deklarieren, um die Behandlung dem Modellierer zu überlassen, soweit es nur möglich ist.

- Einige Übereinstimmungen zwischen inhärenten und externen Zeitrestriktionen können bereits zur Entwurfszeit überprüft werden.

2. Dynamikaspekt -Scheduling und Ausführung

   - Der Scheduler, also die Systemkomponente, die verantwortlich für die korrekte Auswahl der nächsten auszuführenden Aktivität ist, kann nun auch Zeitinformationen für diese Entscheidung heranziehen. Weiters ist es nun möglich, auch diejenige Auswahl zu treffen, die die kürzeste Abarbeitungszeit erlaubt.
   - Prioritäten, die Aktivitäten zugewiesen werden, können sich dynamisch verändern. Je nach dem bereits erfolgten Verbrauch eines Quantums wird in einem Alterungsverfahren die Priorität einer Aktivität neu berechnet.
   - Bei externen Restriktionen vom Typ **min**, **fix** und **date** können eventuell Zeitfehler durch Verzögerung der Abarbeitung verhindert werden, falls der aktuelle Zeitpunkt vor dem spezifizierten Zeitpunkt liegt.
   - Vordefinierte Reaktionen auf Zeitfehler automatisieren die Systemkonsolidierung.

3. Monitoring

   - Sich verspätende Prozesse sind ohne Aufwand zu identifizieren, da durch Beobachtung der aktuellen Werte und Abweichungen von den Mittelwerten und Standardabweichungen Differenzen zu Normalfällen berechnet werden können.
   - Engpässe und starke Abweichungen von den Schätzwerten sind durch einfache Datenbankabfragen sofort zu ermitteln. Dadurch ist die Basis für eine ständige Prozeßverbesserung gegeben.

4. Managementinformation

   - Automatische Aufzeichnung und dadurch Verfügbarkeit der Meta-Informationen aller Workflows.
   - Argumentationshilfen bei der Neustrukturierung von Geschäftsprozessen.
   - Wahrscheinlichkeitsaussagen über Verhalten von Prozessen.

RESÜMEE

In diesem Aufsatz wurde untersucht, wie Zeitmodellierung in ein Workflow-Managementsystem eingebracht werden kann und welche Vorteile dadurch in der Entwurfsphase, aber auch bei der Ausführung von Workflows entstehen.

Ein wichtiger Ansatz ist der Versuch, Zeitfehler nicht nur zu erkennen und geplant zu behandeln, sondern sie überhaupt nicht auftreten zu lassen. Dies geschieht entweder durch Verzögerung oder aber durch ein Frühwarnsystem, das aufgrund von Wahrscheinlichkeitsaussagen über laufende Aktivitäten und Prozesse den Status eines jeden Laufzeitobjektes bestimmen kann.

Teile dieser Überlegungen wurden im Workflow-Protoypen *Panta Rhei*, der am Institut für Informatik der Universität Klagenfurt entwickelt wurde, umgesetzt.

Die hier vorgestellte Integration von Zeit in ein Workflow-System ist ein weiterer Schritt zur automatischen, rechnergestützen Verwaltung administrativer Geschäftsvorfälle. Doch zur vollständigen Umsetzung dieser Zielsetzung müssen noch weitere Fragen geklärt werden.

Ein wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist die Miteinbeziehung von Risikobewertung. Wie o. a. bewertet der Scheduler die Zeitinformationen und vergibt daraufhin Prioritäten. Doch dieser Ansatz ist unvollständig, da andere Kosten nicht berücksichtigt werden. Damit sind nicht nur monetäre Aufwendungen, sondern eben auch Risikoinformationen gemeint, die die Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen Exekution eines Pfades bewerten. Das System evaluiert daraufhin nicht nur die fehlerfreien Ausführungen, sondern es bezieht auch eventuelle Abbrüche und Wiederanläufe von Workflows in seine Berechnungen mit ein. Erst bei Bewertung dieser Faktoren kann die Prioritätszahl aussagekräftig genug sein, um einen korrekten Schedule zu erzeugen. Der Ansatz, der bei der Berücksichtigung von Zeit verfolgt wird, ist auf jeden Fall ein wichtiger Schritt in diese Richtung, genügt aber noch nicht.

Eine weitere offene Frage ist auch die Definition von externen Regeln, die sich nicht nur auf Beginn- oder Endzustand einer Aktivität, sondern auf Transaktionszustände beziehen dürfen. Eine Regelsprache, die z. B. zeitlich verzögerte Reaktionen auf ein „abort“ einer Workflow-Transaktion zuläßt, erlaubt eine viel flexiblere Behandlung von zeitlichen Einschränkungen. Voraussetzung dafür ist aber ein Transaktionskonzept auf Workflow-Ebene. Diese Bedingung wird derzeit noch von keinem kommerziell verfügbaren Workflow-Managementsystem erfüllt.

Workflow-Management ist ein mächtiges und zukunftsträchtiges Konzept, das revolutionäre Auswirkungen auf viele administrative Tätigkeiten hat und haben wird. Die Palette aller Einsatzmöglichkeiten wird auch in Zukunft immer reicher, doch ebenso herausfordernd sind die Hürden, die sich aus den vielen anstehenden technischen Problemen ergeben.

Literatur

Martin Ader, Gang Lu, et. al. „*Woorks, an object oriented workflow system for offices“.* Technischer Report, Bull S. A., Paris; Technics en Automatitzacio d’Officines S. A. Barcelona; Univerista’ di Milano; Communication and Management Systems Unit, 1994

Johann Eder, Herbert Groiss und Walter Liebhart. „*Workflow-Systeme im WWW*“. In ADV-Kongreß, Wien 1996

Hannes Fürpaß. „*Integriertes Prozeßmanagement mit CSE/WorkFlow und UBIS/Bonapart: Die Überführung von Modellinformationen von Bonapart 2.0 nach WorkFlow 4.0 basierend auf dem Interface 1 der WfMC*“, in „Geschäftsprozeßmodellierung und Workflowsysteme“, S. Jablonski, G. Groiss, R. Kaschek und W. Liebhart (Hrsg.): Proceedings-Reihe der Informatik ‘96, Band 2, Klagenfurt 1996

R. Les Galloway. „*Principles of operations management*“. Routledge, London, New York, 1993

Heinreich Jasper und Olaf Zukunft. „*Zeitaspekte bei der Modellierung und Ausführung von Workflows*“, in „Geschäftsprozeßmodellierung und Workflowsysteme“, S. Jablonski, G. Groiss, R. Kaschek und W. Liebhart (Hrsg.): Proceedings-Reihe der Informatik ‘96, Band 2, Klagenfurt 1996

Heinz Pozewaunig. „Behandlung von Zeit in Workflow-Managementsystemen. Modellierung und Integration.“ Diplomarbeit, Universität Klagenfurt, 1996