

Eine Ergänzung des V-Modell XT zum Einsatz in Projekten der Modellbildung und Simulation*

Zhongshi Wang

Institut für Technik Intelligenter Systeme (ITIS e.V.)
Universität der Bundeswehr München
D-85577 Neubiberg
wang@informatik.unibw-muenchen.de

Abstract: Modellbildung und Simulation (M&S) erfordert einen spezifischen Entwicklungsprozess, der nicht vollständig durch das V-Modell XT beschrieben werden kann. In diesem Beitrag wird ein leichtgewichtiges Verfahren vorgestellt, das das neue V-Modell für den erfolgreichen Einsatz in M&S Projekten so anpasst, dass keine Änderung der bestehenden Elemente benötigt wird.

1 Einleitung

Das neue V-Modell XT [Dok04] weist eine grundsätzlich überarbeitete Struktur gegenüber seinem Vorgänger auf. Die Konzepte von Projekttypen, Vorgehensbausteinen, Entscheidungspunkten und Projektdurchführungsstrategien stellen die Basis des neuen V-Modells dar. Bei der Abwicklung eines V-Modell Projektes müssen für jeden Projekttyp eine Menge verbindlicher und optionaler Vorgehensbausteine ausgewählt und eine geeignete Projektdurchführungsstrategie für den zeitlichen Ablauf vereinbart werden.

Modellbildung und Simulation (M&S) dient als Hilfsmittel zum Umgang mit der realen Welt. Wenn man nicht unmittelbar auf das Original zugreifen will oder kann, verwendet man an seiner Stelle ein Modell. Um die Beherrschbarkeit des meist komplexen realen Systems zu erreichen, muss bei der Modellbildung eine angemessene Abstraktion und Idealisierung vorgenommen werden. Ein Modell stellt dabei eine vereinfachte Repräsentation des realen Systems dar. Simulation wird als Experiment am Modell bezeichnet, durch das Erkenntnisse über die Realität gewonnen werden können.

Im folgenden Abschnitt erfolgt eine kurze Vorstellung des Modellbildungsprozesses. Danach werden die Probleme beim Einsatz des V-Modell XT in M&S Projekten erläutert und dann ein Lösungsansatz zur Erweiterung des V-Modells eingeführt. Am Schluss werden die Ergebnisse zusammengefasst und weiterführende Forschungsansätze diskutiert.

*Der vorliegende Beitrag entstand aus einem vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB) geförderten Forschungsprojekt, das unter der Leitung von Prof. Dr. Axel Lehmann an der Universität der Bundeswehr München durchgeführt wird.

2 Entwicklungsprozess der M&S

Die allgemeine Vorgehensweise bei einem M&S Projekt [LLB⁺00] wird in Abbildung 1 verdeutlicht. Die Darstellung fasst die einzelnen Entwicklungsstufen (als Rechtecke) und deren Zwischenprodukte (als Ovale) zusammen.

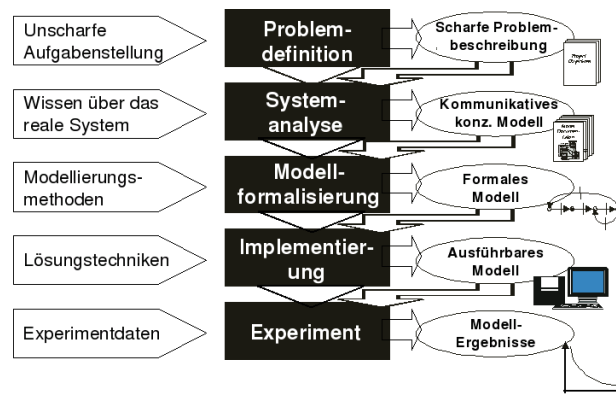


Abbildung 1: Zwischenprodukte im Entwicklungsprozess der M&S [LLB⁺00]

Am Anfang jedes M&S Projektes wird vom Auftraggeber eine unscharfe Aufgabenstellung vorgegeben. Diese wird durch die Problemdefinition schrittweise strukturiert und präzise in eine verbindliche Problemspezifikation überführt. Anschließend wird in der Systemanalyse das konzeptuelle Modell entwickelt, in dem das Verständnis des Modellierers über die Struktur und das Verhalten des realen Systems dokumentiert wird. Bei der Modellformalisierung erfolgt die formale Beschreibung des konzeptuellen Modells. Dabei werden geeignete Formalisierungsmethoden verwendet, um das Modell sowohl syntaktisch als auch semantisch eindeutig darzustellen. Während bei diskreten Systemen Formalismen wie die Discrete Event System Specification (DEVS) [ZPK00] oder Petrinetze [CL99] zum Einsatz kommen, werden bei kontinuierlichen Systemen hingegen oft mathematische Formeln (z.B. Differentialgleichungen) verwendet. Bei der Implementierung wird das formale Modell ins ablauffähige Simulationsprogramm überführt. Dabei können entweder spezielle Simulationssprachen (z.B. Simscript, Simula) oder allgemeine höhere Programmiersprachen, wie C++, Java, eingesetzt werden. Das ausführbare Modell verwendet die gesammelten Eingabedaten, um zu simulieren, wie sich das reale System unter den gleichen Bedingungen verhält. Schließlich werden die Simulationsergebnisse auf geeignete Weise interpretiert, um eine sinnvolle Zielaussage über das Realsystem zu erzielen.

3 Einsatz des V-Modell XT in M&S Projekten

Als Weiterentwicklung wurden im V-Modell XT wesentliche Änderungen vorgenommen. In der Projektpraxis wird die spezifische Sichtweise von Auftraggebern und Auftragneh-

mern grundsätzlich unterschieden, so dass eine Reihe von spezifischen Projektaufgaben explizit für Auftraggeber und Auftragnehmer bezüglich der Projektdurchführung definiert werden soll. Die Grundstruktur des V-Modell XT wird durch verschiedene Vorgehensbausteine aufgebaut. Jeder Vorgehensbaustein stellt eine konkrete Aufgabenstellung dar und fasst somit die zugehörigen Produkte, Aktivitäten und Rollen zusammen. Jedem Produkt wird genau eine Aktivität und ebenfalls eindeutig eine verantwortliche Rolle zugeordnet. Der inhaltliche und zeitliche Ablauf eines V-Modell Projektes wird durch eine Projektdurchführungsstrategie festgelegt, in der die zu erreichenden Projektfortschrittsstufen durch die jeweiligen Entscheidungspunkte gekennzeichnet werden. Jeder Entscheidungspunkt gibt dabei die logische Reihenfolge der Produktfertigstellung in der entsprechenden Projektfortschrittsstufe vor.

M&S verfügt über einen komplexen Entwicklungsprozess, der aus Problemdefinition, Systemanalyse, Modellformalisierung, Implementierung und Experiment besteht. Die in den jeweiligen Entwicklungsstufen verbindlichen Zwischenprodukte, Aktivitäten und Rollen können nicht vollständig ihrer Fragestellung und Zielsetzung entsprechend durch das V-Modell XT beschrieben werden.

Der Modellbildungsprozess ist mehr als reine Softwareentwicklung. Das grundlegende Vorgehen dabei ist ein Abbild des zu untersuchenden Weltausschnitts zu realisieren, das bezüglich der relevanten Aspekte eine vernünftige Approximation des realen Systems darstellt. Daher muss eine angemessene Abstraktion und Idealisierung während der Modellbildung vorgenommen werden. Entsprechend werden geeignete Modellierungstechniken und Formalisierungsmethoden verwendet. Bei der Systemanalyse werden beispielsweise durch systematische Untersuchungen und passende Annahmen nur die wesentlichen Systemkomponenten im Modell übernommen. Weiter ist festzulegen, ob das reale System durch ein kontinuierliches oder ein diskretes Modell oder in einer kombinierten Form dargestellt werden soll, und ob sein Verhalten durch Zufallsvariablen beeinflusst wird (d.h. stochastisch) oder deterministisch ist [Pag91]. Auf dieser Grundlage ist zu entscheiden, ob DEVS, Petrinetze, Warteschlangennetze oder mathematische Gleichungssysteme usw. zur Modellformalisierung eingesetzt werden. Die anschließende Modellimplementierung basiert auf der Erstellung eines symbolischen Modells. Ziel dabei ist, das wohlgeformte Modell in eine rechnergestützte Form umzusetzen. An dieser Stelle kommen die Softwareentwicklung und eventuell auch Hardwareentwicklung zum Einsatz.

Simulationsmodelle werden nicht streng in sequenzieller Ordnung realisiert, sondern stufenspezifisch in iterativer und inkrementeller Vorgehensweise entwickelt. Dies bedeutet, dass zwischen Problemdefinition und Modellformalisierung mehrere Iterationen durchlaufen werden, durch die ein Modell schrittweise zunehmend entwickelt wird, bis der Entwurf eines symbolischen Modells komplett abgeschlossen ist. Bei der Modellimplementierung findet ein Software Engineering statt. Dazu kommen alle gängigen Vorgehensmodelle (insbesondere die iterative und inkrementelle Vorgehensweise) für Softwareentwicklung in Frage. Allerdings ist die Vorgehensweise zur kompletten Iteration von Problemdefinition bis Modellexperiment nicht für ein M&S Projekt geeignet. Der Grund liegt darin, dass aus teilweise vorgenommener Problemdefinition lediglich ein unvollständiges konzeptuelles Modell bzw. formales Modell entsteht. Es macht jedoch keinen Sinn, nur ein Teilmodell in Computerprogrammen zu implementieren und anschließend Simulationsläufe darauf durchzuführen, weil keine vernünftigen Ergebnisse in dem Fall zu erwarten sind.

Das oben vorgestellte spezifische Vorgehen deutet an, dass einige entwicklungsrelevanten Aspekte der M&S nicht vollkommen vom V-Modell XT berücksichtigt werden. Beispielsweise betrachtet das V-Modell überhaupt nicht die Modellformalisierung und das Modellexperiment. Außerdem kommen die strukturierte Problembeschreibung und das konzeptuelle Modell nur zielgerichtet für die Modellbildung zu Stande. Sie sind zwar mehr oder weniger in mehreren Produkten des V-Modells enthalten, aber eine eindeutige Zuordnung kann es nicht geben. Nur die Modellimplementierung kann lückenlos durch den Vorgehensbaustein *Systemerstellung* beschrieben werden. Es ist somit notwendig, das V-Modell XT entsprechend um zusätzliche Vorgehensbausteine bzw. Entscheidungspunkte zu erweitern.

Abbildung 2 stellt die zwei neu definierten Vorgehensbausteine für die Durchführung eines M&S Projektes dar. Der Vorgehensbaustein *Modellentwurf* umfasst die notwendigen Aktivitäten und Produkte zur Beschreibung des symbolischen Modells, das als Grundlage der Modellimplementierung angesehen wird. Wie bereits erläutert wurde, beschäftigen sich die Vorgehensbausteine *Systemerstellung*, *SW-Entwicklung* und möglicherweise auch *HW-Entwicklung* mit der Erstellung des Simulationsprogramms. Im Vorgehensbaustein *Modellexperiment* werden eine neue Aktivitätsgruppe und die entsprechende neue Produktgruppe angegeben, die zur Bereitstellung der Eingabedaten und Durchführung der Simulationsläufe dienen.

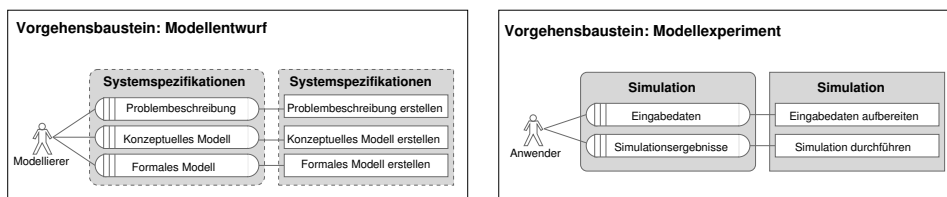


Abbildung 2: Zusätzliche Vorgehensbausteine für M&S Projekte

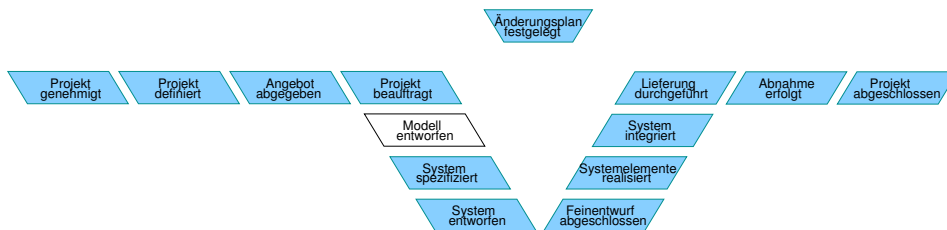


Abbildung 3: Entscheidungspunkte für M&S Projekte auf der Auftragnehmerseite

Darüber hinaus wird für die Projektdurchführung auf der Auftragnehmerseite ein weiterer Entscheidungspunkt *Modell entworfen* erklärt. Wie Abbildung 3 zeigt, ist der neue Entscheidungspunkt in der vom V-Modell XT vorgegebenen Projektdurchführungsstrategie zwischen den Entscheidungspunkten *Projekt beauftragt* und *System*

spezifiziert eingelegt. In dem Entscheidungspunkt Modell entworfen soll sichergestellt werden, dass die Produkte strukturierte Problembeschreibung, konzeptuelles Modell und ggf. formales Modell fertig gestellt wurden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der spezifischen Anforderungen an den Entwicklungsprozess soll das V-Modell XT für M&S Projekte entsprechend angepasst werden. Statt die vorgegebenen Elemente zu modifizieren, werden die neuen Vorgehensbausteine und Entscheidungspunkte ins V-Modell eingefügt. Der Vorteil besteht darin, dass dieses leichtgewichtige Verfahren vollkommen der Philosophie des neuen V-Modells entspricht. Außerdem lassen sich die vordefinierten Projektdurchführungsstrategien (wie z.B. inkrementelle Systementwicklung, komponentenbasierte Systementwicklung, usw.) immer noch wie gewohnt problemlos einsetzen und ferner, da der neu angefügte Entscheidungspunkt übersprungen werden kann, ist die M&S Version nach wie vor völlig zu dem eigentlichen V-Modell XT konform.

Bei M&S wird immer die kritische Frage gestellt, ob das erstellte Modell tatsächlich die Struktur und das Verhalten des realen Systems in allen wesentlichen Aspekten richtig und präzise genug repräsentiert. Der Vorgang zur Überprüfung der Gültigkeit und Korrektheit sowie zur offiziellen Bestätigung der Glaubwürdigkeit von Modellen und Simulationsergebnissen wird als Verifikation, Validierung und Akkreditierung (VV&A) [Bal01] bezeichnet. In der weiteren Arbeit soll die VV&A berücksichtigt werden, um die Ergänzung des neuen V-Modells zu vervollständigen.

Literatur

- [Bal01] Osman Balci. *A Methodology for Certification of Modeling and Simulation Applications*. ACM Transaction on Modeling and Computer Simulation, Vol. 11, No. 4, 2001.
- [CL99] Christos G. Cassandras und Stephane Lafortune. *Introduction to Discrete Event Systems*. Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [Dok04] V-Modell XT Dokumentation. *Teil 1: Grundlagen des V-Modells, Teil 3: V-Modell-Referenz Tailoring, Teil 5: V-Modell-Referenz Produkte, Teil 6: V-Modell-Referenz Aktivitäten*. Version 1.0, Bundesrepublik Deutschland, 2004.
- [LLB⁺00] Axel Lehmann, Johannes Lüthi, Clemens Berchtold, Dirk Brade und Andreas Köster. *Zukunftsfelder der Modellbildung und Simulation*. Abschlussbericht, ITIS e.V., 2000.
- [Pag91] Bernd Page. *Diskrete Simulation: Eine Einführung mit Modula-2*. Springer-Verlag, 1991.
- [ZPK00] Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer und Tag Gon Kim. *Theory of Modeling and Simulation*. Second Edition, Academic Press, 2000.