

Entscheidungen in frühen Phasen der Produktentwicklung

Praktikumsbericht und Referatszusammenfassung

Michael Mayrhofer

17. Juni 2015

In den frühen Phasen der Entwicklung technischer Systeme gilt es die für die Aufgabenstellung passenden Technologien und Größenordnungen zu wählen. Da aufgrund begrenzter Ressourcen nur einige wenige, meist sogar nur eine Alternative, im Detail entwickelt werden kann, muss diese Auswahl bereits im Voraus und damit auf der Basis sehr unpräziser Information geschehen. Im Rahmen meiner Auslandspraktikums bei Flanders Make, Belgien, beschäftigte ich mich mit Vorgehensweisen und Hilfsmitteln zum Treffen einer guten Vorauswahl ohne detaillierte Entwicklung.

1 Das Forschungsfeld Produktentwicklung

Das Ziel technischer Produktentwicklung ist zunächst die Stillung menschlicher Bedürfnisse (Anfangen von der Versorgung mit dem Lebensnotwendigen über Mobilität, Kommunikation bis zu Unterhaltung oder persönlicher Entfaltung) mit technischen Mitteln. Daraus abzuleiten sind aber genau so die "Bedürfnisse" der Produkterzeugung wie beispielsweise die Energiegewinnung, Bereitstellung von Rohstoffen oder deren Verarbeitung.

Technologien der Neuzeit wie Elektromagnetismus, elektronische Schaltungen oder drahtlose Datenübertragung, genauso wie neue Werkstoffe (beispielsweise Aluminiumlegierungen, Verbundwerkstoffe und immer häufiger auch Spezialkunststoffe) eröffnen immer wieder neue Felder zur Optimierung bestehender Lösungen oder auch neuer Anwendungen. Die weltweit begrenzten Ressourcen machen den sorgsamsten Umgang mit Energie und Rohstoffen immer nötiger. Andere Entwicklungstreiber sind aber genauso der Wettbewerb zwischen Unternehmen oder die sich ändernde Bedürfnislage der Menschen durch höheres Alter, das immer beschleunigtere Leben oder auch wieder die durch den Fortschritt vergrößerten Möglichkeiten. Es lässt sich nun beobachten, dass die Optimierung von Produkten und Anlagen diese nur selten einfacher macht (siehe hierzu [SW07]). Man vergleiche zum Beispiel einen Kachelofen mit einer automatisierten und temperaturgeregelten Hackschnitzelanlage. Das Zusammenspiel von Ofen, Thermometer, Abgasmessung, Hackschnitzeltransport etc. zu verstehen erfordert bereits Kenntnis von unterschiedlichsten Technologien. Genauso braucht es für die Entwicklung eines solchen Systems das Zusammenspiel von Technikern verschiedenster Fachrichtungen, von denen nur die wenigsten über das gesamte System Bescheid wissen. Größere

Vorhaben wie Flugzeuge oder Kraftwerke vergrößern das Planungsteam weiter und verringern genauso das Wissen der einzelnen Teammitglieder über das Gesamte.

Das Forschungsfeld der Entwurfsmethodik (zu Englisch “Engineering Design”, siehe hierzu auch [Pah+09]) beschäftigt sich nun damit, wie derart große Vorhaben und Planungsteams organisiert werden können, um erfolgreich und effizient zu arbeiten.

Mein Fokus liegt derzeit auf der Konzeption, will heißen der Auswahl der verwendeten Technologien zur Lösung einer Aufgabenstellung. Schwierigkeiten dieser Phase liegen darin, dass ohne Wissen über die finale Lösung bereits Entscheidungen mit weitreichenden Folgen (für beispielsweise den Spielraum für Optimierung, aber genauso die Entwicklungs- und Fertigungskosten) zu treffen sind. Entscheidungen, die also mit großer Sicherheit über den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der Entwicklung entscheiden. Aus Zeit- und Kostengründen wird außer bei kritischen Anwendungen (Paradebeispiel Atomreaktor) auf die detaillierte Untersuchung aller Möglichkeiten verzichtet, die Technologiewahl muss auf Erfahrung oder Schätzungen basieren.

Unterstützung beim schnellen Aus- und Bewerten erhält die Produktentwicklung durch die immer leichter verfügbare Rechenleistung zur Simulation technischer Systeme.

2 Ein Framework zum raschen Vergleichen von Konzepten

Die Arbeit im Auslandspraktikum selbst gliedert sich nun in drei Teile:

1. Auswahl der Beschreibung für Produktkonzepte sowie der Werkzeuge zur Bewertung
2. Implementierung der Arbeitsschritte für größtenteils automatisches Abläufen
3. Testen dieses Frameworks an einer konkreten Aufgabe, namentlich einer badminton-spielenden Drohne

Vorab: Auch wenn viele Softwareteile wiederverwendbar sind, lässt sich nicht abstreiten, dass die Gesamtstruktur des Frameworks durchaus auf die Designaufgabe zugeschnitten ist.

2.1 Werkzeugauswahl

Auch wenn es für formel- und simulationslastige Aufgaben zunächst unüblich erscheint, weder eine rechnernahe Sprache wie C noch eine Softwaresuite für wissenschaftliches Arbeiten (Marktführer Matlab) zu verwenden, zeigten sich im Zuge der Entwicklung bald die Vorteile einer Hochsprache wie Java.

Zunächst ist der eigene Erfahrungsstand nicht zu unterschätzen, da dies für die Entwicklungsarbeit einen erheblichen Vorteil bedeuten kann. Der erhöhte Entwicklungsaufwand in einer maschinennäheren Sprache wird da auch durch die (gar nicht so viel schnelleren, ca. Faktor 2) Rechenzeiten nicht ausgeglichen. Für diese Anwendung bot Java zwar nicht so viel Unterstützung wie Matlab, hier fiel dafür der Geschwindigkeitsunterschied sehr viel größer (weit über dem Zehnfachen) und zugunsten der Hochsprache aus.

2.2 Implementierung

Hier war das Ziel, den allgemeinen Arbeitsablauf von den problemspezifischen Teilen zu trennen. Dies resultierte in einzelnen Arbeitsblöcken - Vorauswahl, Filterung, Simulation,

Bewertung, Anzeige der Ergebnisse, die verschaltet wurden. Zwischen diesen Blöcken wurde eine einheitliche Lösungsbeschreibung weitergegeben. Vorauswahl, Filterung und Simulation blieben sehr problemspezifisch und werden noch genauer beschrieben.

2.3 Anwendungsbeispiel

Badminton ist als Hochgeschwindigkeitssport eine große Herausforderung für Menschen als auch Drohnen, da der Schläger binnen einer Sekunde de facto überall auf dem Feld sein können muss. Eine Sekunde ist die häufigste Zeit für einen Ballwechsel, Schmetterschläge (Smashes) an der Netzkante erreichen den Boden sogar in wenigen Zehntelsekunden.

Die detaillierte Aufgabenstellung betraf nun die Suche des besten flügellosen (d.h. nur mit Propellern getriebenen) Fluggeräts das selbsttätig Federbälle schlagen kann. Die Beschreibung von Lösungen musste für die maschinelle Verarbeitung sehr weit eingegrenzt werden. Für das Schlagen der Federbälle erwiesen sich nur drei Vorschläge als zielführend. Die Positionierung der Propeller konnte ebenfalls eingegrenzt werden. Aus logischen Überlegungen zeigte sich die optimale Position der Rotoren auf Punkten mit maximal möglichem Abstand vom Schwerpunkt. Mit einem erstem Abklopfen zufälliger Lösungen ließen sich auch Aussagen für die optimale Propellerausrichtung treffen.

Der daraus verbleibende Lösungsraum war noch zu groß um in endlicher Zeit verarbeitet werden zu können, da sehr viele gleiche Lösungen auch in gespiegelter und noch öfter verdrehter Form zigfach existierten. Eine Lösungsbeschreibung auf der Basis der Winkeldifferenzen, die gruppiert und umsortiert wurden, ermöglichte das schnelle Erkennen und Aussortieren von Duplikaten.

Die verbleibenden Lösungen wurden in genaueren Simulationen ausgewertet und ähnlich einem Schulnotensystem bewertet in Kategorien wie Energieverbrauch, Zeit zum Durchfliegen des Spielfeldes, geschätzte Schlagkraft oder erzielbare Beschleunigung. Aus diesen wurde eine Gesamtnote gebildet und danach die Lösungen gereiht.

3 Zusammenfassung

Im Praktikum erhielt ich zunächst einen sehr guten Einblick in die grundlegenden Problemstellungen der Produktentwicklung - Arbeiten mit einer Vielzahl von Lösungen, das Fokussieren auf die wichtigsten Kriterien und die Suche nach Möglichkeiten zur Einschränkung des Lösungsraums. Die Beschäftigung mit dem Anwendungsbeispiel war immer wieder fordernd, da der Flug im freien Raum gar nicht so leicht mathematisch zu behandeln ist, aber auch sehr freudvoll.

[Pah+09] G Pahl u. a. *Engineering Design*. Hrsg. von Ken Wallace und Lucienne Blessing. Springer, 2009.

[SW07] Wilhelm Schäfer und Heike Wehrheim. "The Challenges Of Building Advanced Mechatronic Systems". In: *Future of Software Engineering (FOSE'07)*. 2007.