

Elementare Methoden, Heuristik und intelligente Verfahren

Jochen Ziegenbalg¹ schreibt:

"Die elementaren Verfahren ... stellen natürliche („genetische“) Zugangsformen für Nicht-Spezialisten, insbesondere für Schüler oder interessierte Laien dar. Auch komplexere Sachverhalte und Methoden müssen zunächst im elementaren Kontext entwickelt werden. Die elementaren Methoden sind zudem in der Regel „allgemeiner“ als die raffinierteren Verfahren, die häufig nur auf bestimmte Situationen oder Spezialfälle zugeschnitten sind. Raffiniertere Methoden setzen darüber hinaus i.a. einen sehr hohen Kenntnisstand in der jeweiligen Theorie voraus, der in der Regel erst in einem längeren, intensiven Lernprozess erworben wird. Letztlich geht es im pädagogischen Zusammenhang auch darum, den Gewinn richtig zu würdigen, der mit einem besonders raffinierten Verfahren verbunden ist - und das kann man nur dann, wenn man sich im Kontrast dazu auch mit den elementarerer Verfahren beschäftigt hat, mit denen man sich vor der Entdeckung der raffinierteren Verfahren begnügen mußte. "

Tiefensuche und Breitensuche sind brute-force

Grundsätzlich sind diese Verfahren prinzipiell immer anwendbar und man kann mit ihnen sicher sein, wirklich alle möglichen Zustände eines Suchraums untersucht zu haben.

Allerdings stößt man bei ihrer Anwendung leicht an die Grenzen der Berechenbarkeit des konkreten Problems. Bei der Tiefensuche ist es vor allem die Rechenzeit, manchmal der Stack, bei der Breitensuche reicht oft der zur Verfügung stehende Speicher nicht aus.

Allerdings lassen sich auch mit ihnen manchmal auf einfache Art Lösungen finden, wenn man sie durch das Einbringen von Informationen über das spezielle Problem (*Heuristik*) nicht ganz blind suchen lässt.

Ein Beispiel ist das *Problem der acht Damen*, bei dessen Lösung durch eine wirklich vollständige Suche schon ein 6×6-Feld Probleme bereitet.

Wesentliche Verbesserungen lassen sich erzielen, wenn man nicht wirklich alle Lösungen generiert und erst dann testet, sondern bereits während des Generierens testet und nur solche Lösungen generiert, die überhaupt Erfolg versprechen können.

Dies wird erleichtert durch eine angepasste Datenstruktur, bei der man eine Lösung als Liste von Zahlen 1..8 verwaltet, in der die Positionen (*beispielsweise*) den Zeilenindex darstellen und die Zahlen den Spaltenindex.

Zu der Liste [4, 2, 7, 3, 6, 8, 5, 1] gehört dann beispielsweise die rechts dargestellte Lösung.

*	*	*	D	*	*	*	*
*	D	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	D	*
*	*	D	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	D	*	*
*	*	*	*	*	*	*	D
*	*	*	*	D	*	*	*
D	*	*	*	*	*	*	*

Exponentielles Anwachsen des Suchraums

Welche Auswirkungen exponentielles Anwachsen des Suchraums hat, muss man im Unterricht allerdings zwingend zeigen. Auch dafür bietet sich das (erweiterte) Damenproblem an, bei dem man die Kantenlänge steigert. Die bisher erzielten Verbesserungen bieten schließlich keine Möglichkeit mehr, das erweiterte Problem in angemessener Zeit zu lösen.

Lösbar im mathematischen Sinn heißt nicht zwingend lösbar im Sinn der Informatik!

1 J. Ziegenbalg: Algorithmen von Hammurapi bis Gödel

Greedy

Greedy (gierige) Strategien, wie wir sie bei den Algorithmen von Dijkstra, Prim und Kruskal kennen gelernt haben, beinhalten so viel Heuristik, dass den Problemlösungen sogar das typische Merkmal von Suchverfahren fehlt, dass Entscheidungen rückgängig gemacht werden können. Die Verfahren arbeiten *straightforward*.

Allerdings erkaufte man sich in vielen Anwendungen, zwar nicht in den oben angegebenen, weil die Probleme das nicht zulassen, aber in anderen Fällen der Anwendung, wie wir das am Beispiel des einfachen Rucksackproblems gesehen haben, dass eine optimale Lösung nicht gefunden wird, weil das Verfahren in einem Nebenmaximum (oder Nebenminimum je nach Problemstellung) des Suchraums hängen bleibt.

Einsatz von Intelligenz ist oft spezifisch für nur ein Problem

Je intelligenter die Suchverfahren arbeiten, desto spezifischer und nur für genau die eine betrachtete Problemstellung geeignet werden die Suchverfahren.

Bei der Anwendung von Dijkstra und Prim ließ sich noch auf einfache Art eine Abwandlung vom einen auf das andere Verfahren erzielen. Das A*-Verfahren wird uns aber noch mit deutlich anspruchsvolleren Anforderungen konfrontieren.

Allein bei den Genetischen Algorithmen (Evolutionären Algorithmen) hat man den Eindruck mit einem übertragbaren Verfahren zu arbeiten. Die spezielle Anpassung an das jeweilige Problem ist allerdings oft dennoch aufwändig.

np-vollständig

Für die Klasse der np-vollständigen Probleme gibt es (*vermutlich?*) keine allgemeinen Lösungen. Welche Problem das sind und wie man dann zu, wenn auch nicht besten, aber guten Lösungen kommen kann, wollen wir uns noch ansehen.