

7. Beispiel

Ein eindrucksvolles Beispiel für die Eleganz rekursiver Problembeschreibung (und für PROLOG auch gleichzeitig Programmierung!) ist für die Formulierung des Spiels „Türme von Hanoi“. Es gibt 3 Stapelplätze für Scheiben: links, Mitte, rechts. Links steht ein Turm von N nach oben immer kleiner werdenden Scheiben. Man denke an N=3 mit Geldstücken: Groschen ganz unten, dann Fünfer, dann Pfennig. Der Turm soll von links nach rechts gebracht werden, der mittlere Platz dient während des Spiels als Ablage. Die Spielregeln lauten: 1. Stets nur eine Scheibe bewegen. 2. Stets darf eine Scheibe nur auf einer größeren Scheibe zu liegen kommen. Eine mögliche Lösung für N=3 ist: links nach rechts, links nach Mitte, rechts nach Mitte, links nach rechts, Mitte nach links, Mitte nach rechts, links nach rechts. Rekursiv läßt sich das Problem allgemein für N Scheiben wie folgt formulieren: N Scheiben von links unter Nutzung von Mitte nach rechts bringen heißt: N-1 Scheiben von links unter Nutzung von rechts nach Mitte bringen UND eine Scheibe von links nach rechts bringen

UND N-1 Scheiben von Mitte unter Nutzung von links nach rechts bringen.

In Prolog lautet das (für ein lauffähiges Programm fehlt noch einiges):

```
bringe(N,Links,Mitte,Rechts) if N1=N-1,  
bringe(N1,Links,Rechts,Mitte),  
write(„von“,Links,„nach“,Rechts),  
bringe(N1,Mitte,Links,Rechts).  
Links, Mitte, Rechts sind Variablen, denen allen dreien die Konstanten links, rechts, mitte (kleingeschrieben!) zugewiesen werden können.
```

8. Beispiel

Die Rekursion ist grundsätzlich anwendbar, wenn irgendein Problem für N=1 lösbar ist und für N=allgemein angegeben werden soll. Dazu zählen u. a. Fahrtrouten (N=1: von einem Ort zum anderen direkt; N=allgemein: von einem Ort über andere Orte zu irgendeinem), Pläne (z. B. Arbeitspläne) (N=1: eine einzige Aktivität, z. B. ein Arbeitsgang; N=allgemein: alles übrige ohne die erste Aktivität), usw. Als Fakten seien viele Wege von jeweils einem Zustand zu einem anderen samt zugehörigen Übergangsoptionen gespeichert. Bei Wegeproblemen z. B. weg(ort1,ort2,entfernung), bei Planproblemen z. B. teil(zustand1,zustand2,operation), usw.

Dann gilt (wieder selbstverständlich):

„Von Anfang nach Ende kommen“ = „Es gibt einen (direkten) Weg von Anfang nach Ende.“

ODER „Es gibt einen Weg von Anfang nach X.“

UND „Von X nach Ende kommen.“

Das ist schön (fast!) die PROLOG-Programmierung.

PROLOG (= Programming in Logic) unterstützt von den höheren Programmiersprachen am besten Rekursion (davon war hier die Rede) und Backtracking (davon war hier nicht die Rede).

Die angegebenen Beispiele sind in TURBO-PROLOG notiert; andere Dialekte haben geringfügige Abweichungen.

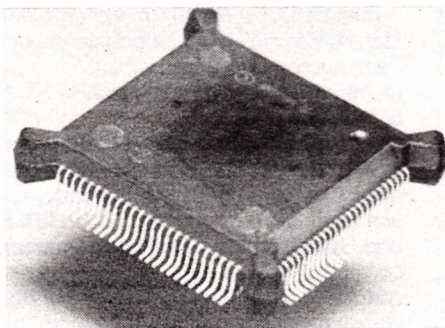
Wir müssen mehr die rekursive Beschreibung von Problemen nutzen, sicher mehr in der Ausbildung, aber wohl auch im Programmieralltag.

✉ KONTAKT

FSU Jena, Sektion Technologie, Ernst-Thälmann-Ring 32, Jena, 6900; Tel. 8222741

Technik international

32 Bit für Einsteiger



Mit dem Deskpro 386s will Compaq einem großen Anwenderkreis im PC-Sektor die 32-Bit-Technik erschwinglich machen. Basis dafür ist der Einsatz einer „Billig-Version“ des Prozessors 80386, bei welcher der externe Datenbus auf 16 Bit reduziert wurde – immer noch ausreichend für eine Leistung von 2,5 bis 3 MIPS bei einer Taktfrequenz von 16 MHz.

Werkfotos Compaq



Seit kurzem produziert Intel eine abergestützte Variante des 32-Bit-Prozessors 80386 unter der Bezeichnung 80386SX (früher P9), die im Gegensatz zum „echten“ 32-Bit-80386 extern nur mit 16 Bit Datenbreite arbeitet. Das spart nicht nur Konstruktions- und Herstellungsaufwand, sondern reduziert auch die Kosten für ein Rechnersystem, denn statt einer 32-Bit-Peripherie wird nur solche mit 16 Bit benötigt. Ähnliches praktizierte Intel ja bereits beim 8088, der gegenüber dem „echten“ 16-Bit-Prozessor 8086 extern nur mit 8 Bit arbeitet; IBM nutzte dies dann für die Massenproduktion ihrer ersten PCs aus, da der 8088 billiger und schneller in großen Stückzahlen verfügbar war. Der 80386SX ist zum 80386 voll befehlskompatibel, mit seinen 24 externen Adreßleitungen verwaltet er bis zu 16 MByte physischen Arbeitsspeicher. Getaktet wird er mit 16 MHz; damit soll seine Rechenleistung nur etwa 10 Prozent geringer sein als die des 80386.

Compaq nutzt nun in Zusammenarbeit mit Intel den 80386SX, um den „ersten Personal Computer mit 80386-Prozessor für breite Anwenderkreise“ zu produzieren – den

Compaq Deskpro 386s – und damit seine Produktpalette nach unten abzurufen. Der 386s ist als Einstieg in die Familie der 80386-Rechner beispielsweise bei der Bürokommunikation mit Standardanwendungen oder als Basis-Workstation unter MS OS/2 gedacht. Lauffähig ist die bereits vorhandene Software unter MS-DOS, MS Windows/386 und OS/2. Andererseits kann die auf dem 386s entwickelte Software später auch auf „echten“ 32-Bit-PCs weitergenutzt werden. Gegenüber 80286-Systemen soll der 386s eine zwischen 35 und 60 Prozent höhere Systemleistung besitzen.

Durch Einsatz von Enhanced Page Memory, auf den der Prozessor über einen schnellen 16-Bit-Bus zugreift, wird die Leistung des 80386SX-Prozessors im 386s optimiert. Um die Systemleistung bei rechenintensiven Anwendungen wie Tabellenkalkulation weiter zu erhöhen, ist eine Ausstattung mit dem wahlweise verfügbaren Intel-80387SX-Koprozessor möglich. Der enorme Datendurchsatz bei allen Systemkomponenten wird durch einen getrennt arbeitenden „concurrent“-Bus erreicht, der für Zugriffe auf

Hauptspeicher und Peripherie getrennte Buswege zur Verfügung stellt. Damit können alle Systemkomponenten mit der optimalen Geschwindigkeit getaktet werden, ohne an Kompatibilität zum Industriestandard zu verlieren.

Der „concurrent“-Bus verknüpft einen Hauptspeicherbus mit dem Industriestandard-Peripheriebus und arbeitet mit der gleichen Taktrate wie der 16-MHz-80386SX-Prozessor. Dieser ist auf die Leistungsanforderungen von Systemerweiterungen wie Festplattenlaufwerken, Video-Systemen, Netzwerk-Karten, DFÜ-Optionen und ähnlicher Peripherie abgestimmt. Die Integration zahlreicher Systemfunktionen in ASICs sowie der intensive Einsatz von Surface-Mount-Technology (SMT) auf der Systemplatine ermöglichen die geringen Ausmaße des 386s. Durch Konzentration verschiedener Baugruppen auf der Systemplatine (u. a. auch der Video-Grafik-(VG-)Controller, Festplatten- und Standard-Schnittstellen) bleiben vier 8/16-Bit-Steckplätze frei.

Damit ist im Gehäuse Platz für vier Massenspeicher und vier 8/16-Bit-Erweiterungsplatinen mit voller Länge.

Während das Modell 1 des 386s über ein 5,25-Zoll-Floppy-Laufwerk verfügt (optional 3,5 Zoll), besitzen das Modell 20 zusätzlich ein 20-MByte- und das Modell 40 ein 40-MByte-Festplattenlaufwerk. Wahlweise gibt es auch 110-MByte-Festplattenlaufwerke mit weniger als 25 Millisekunden Zugriffszeit. Der 386s unterstützt bis zu zwei Diskettenlaufwerke und dadurch die Systemleistung erhöht. Ebenfalls als Option gibt es ein 135-MByte-Bandlaufwerk. Alle Modelle sind mit 1-MByte-Enhanced-Page-RAM ausgestattet. Der Systemspeicher läßt sich modular bis auf 13 MByte schnellen RAM erweitern. Im Lieferumfang ist auch der COMPAQ Expanded Memory Manager CEMM enthalten. Diese Software ist kompatibel zu der Lotus/Intel/Microsoft LIM/EMS-Spezifikation und ermöglicht, die 640-KByte-Grenze unter MS-DOS zu durchbrechen und auf den erweiterten Speicher zuzugreifen.

MP