

Ein PEARL-Programmiersystem für 68 k-PCs

Dr. P. Holleczek
Dipl.-Inf. R. Müller

Regionales Rechenzentrum der
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 1, 8520 Erlangen

An der Universität Erlangen-Nürnberg wurde ein PEARL-Programmiersystem für PCs auf VME-Bus-Basis mit dem Betriebssystem CP/M-68K entwickelt. Programm-Entwicklung und -Übersetzung erfolgt unter CP/M-Umgebung. Zur Laufzeit wird vom PEARL-Betriebssystem die CP/M-Diskorganisation BDOS benutzt, um eine Austauschbarkeit der Datenträger zwischen "online"- und "offline"-Betrieb sicherzustellen. In dem Beitrag wird die Programmier- und Testumgebung, der architekturelle Aufbau der Laufzeitkomponenten sowie Anwendungen und Erfahrungen vorgestellt.

1. Einleitung

Der Einsatz von Personal Computern zur Echtzeitdatenverarbeitung scheint auf den ersten Blick bestechende Vorteile zu bieten. Mit den Betriebssystemen MS-DOS, CP/M und evtl. auch UNIX steht dem Käufer eines PCs eine beeindruckende und auf Grund des weltweiten Angebots auch preisgünstige Auswahl von kommerzieller und technisch-wissenschaftlicher Software zur Verfügung. Für Intel-Prozessoren hat IBM mit seiner PC-Reihe einen preislich beeindruckenden defacto-Standard geschaffen. Für etwas anspruchsvollere Aufgaben stehen mit Motorola 68 k-Prozessoren und VME-Bus ebenfalls PCs mit standardisierten Komponenten zur Verfügung.

Die Echtzeitfähigkeiten solcher PCs werden jedoch hauptsächlich durch die genannten Betriebssysteme beschränkt. Es mangelt ihnen an Multitasking-Fähigkeiten und unterbrechbaren Treibern. Um diese Beschränkungen zu durchbrechen, gibt es verschiedene Ansätze.

- Die sicherlich homogenste Lösung ist, das Betriebssystem unter Beibehaltung der Aufrufchnittstellen u.a. mit interruptgesteuerten Treibern zu versehen und geeignet umzustrukturieren. Mit CPC/DOS scheint dieser Weg, zumindest mit dem Ziel des Multiprogramming, ohne überzeugenden Erfolg im Echtzeiteinsatz versucht worden zu sein.
- Eine andere Möglichkeit besteht darin, auf die Echtzeitfähigkeiten des PCs selbst zu verzichten und alle nötigen Eigenschaften auf "intelligente" Steckkarten oder in externen Zusatzeinrichtungen unterzubringen. Ein Nachteil dieser Methode ist, daß die Leistungen des PCs (z.B. Plattenzugriffe, Netzwerkanlüsse) nicht unter Echtzeitbedingungen zur Verfügung stehen.

An der Universität Erlangen-Nürnberg wird, früher für Z80-PCs, jetzt für Motorola 68 K-PCs, ein Mittelweg eingeschlagen. Für die Programmentwicklungsphase wird das bei kleinen PCs bewährte CP/M eingesetzt.

Zur Programmlaufzeit wird ein wesentlicher Teil dieses Betriebssystems, die Diskorganisation BDOS, zusammen mit einem Echtzeitbetriebssystem benutzt. Vorteil dieses Verfahrens ist, daß

- "offline" die verbreitete PC-Software verfügbar ist,
- "online" die Echtzeitanforderungen erfüllt sind und daß
- offline auf die online erzeugten Daten zugegriffen werden kann.

Nach diesem Konzept ist das PEARL-Programmiersystem für 68 k-PCs und VME-Bus aufgebaut. In diesem Beitrag sollen

- die Programmier- und Testumgebung,
- die architekturelle Einbettung in das PC-Betriebssystem CP/M,
- die Einsatzmöglichkeit als Steuereinheit in Rechnernetzen

vorge stellt werden.

2. Programmierumgebung

Als Umgebung bei der Programmerstellung, der Übersetzung und teilweise beim Ablauf dient das Betriebssystem CP/M-68K.

Das von "Digital Research" entwickelte Betriebssystem stellt eine Erweiterung des bekannten CP/M-Betriebssystems für 16-Bit-Mikroprozessoren dar. Es enthält ein schnelles Datei-System, in dem die systemabhängigen Ein-/Ausgabe-Gerätetreiber in einem Modul unter der Bezeichnung "BIOS" (Basic Input/Output System) zusammengefaßt sind. BIOS stellt die Verbindung zum logischen, hardware-unabhängigen Teil des Betriebssystems her und ist der einzige Modul, der von der Hardware abhängig ist. Ein zweiter Modul, genannt "BDOS" (Basic Disk Operating System) übernimmt im wesentlichen die Aufgaben der Dateiverwaltung.

Das CP/M-68K-Programmpaket beinhaltet u.a. folgende Programmierstellungskomponenten:

- AS68 Einen Assembler, der Standard Motorola MC68000-Assembler-programme übersetzen kann.
- L068 Einen Binder, der sowohl verschiebbare als auch absolute Lademodule erzeugt.
- AR68 Ein Programm zur Verwaltung von Objektmodul-Bibliotheken.

Neben diesen Entwicklungswerkzeugen stehen die üblichen CP/M-Dienstprogramme zur Verfügung. Zur textuellen Programmerstellung empfiehlt sich ein bildschirm-orientierter Editor, wie z.B. der MINCE.

An weiteren Programmiersprachen sind neben dem im Lieferumfang enthaltenen C auch Fortran 77, LISP, PASCAL und Modula erhältlich. Zum Austausch von Dateien, z.B. über lokale Netze ist am RRZE ein Filetransferprogramm im Einsatz.

CP/M-68K benötigt nur ca. 24 KByte Speicherplatz und ist damit im Vergleich zu anderen Systemsoftware-Paketen, wie z.B. UNIX sehr klein. Trotz seiner geringen Größe kann es bis zu 16 MByte RAM und maximal 16 Laufwerke einschließlich RAM-Disks verwalten.

3. Hardwarekonfiguration

Die am RRZE üblich eingesetzten 68000-Rechner bestehen aus einem VME-Karten-System, der CPU-06 der Firma Microsys mit CP/M-68K und zwei 5 1/4"-Laufwerken (Floppy-Disks bzw. Floppy- und Hard-Disk). Die CPU wird mit 8 MHz betrieben und enthält

- 1 MB Speicher,
- den Arithmetikprozessor NS16081,
- zwei serielle und
- eine parallele Schnittstelle.

Die Prozeßperipherie kann z.B. über einen Universal-Interface-Controller mit anwendungsspezifisch steckbaren Huckepack-Platinen angeschlossen werden.

Darüber hinaus gibt es für den VME-Bus inzwischen weltweit mehr als 100 Anbieter von Systemkomponenten.

4. Komponenten und Funktionen des PEARL-Programmiersystems

Der verwirklichte Sprachumfang entspricht BASIC-PEARL (DIN66253). Hinzu kommen Erweiterungen zur Programmierung physikalisch verteilter Anwendungen. Sie erlauben einen gemischten Betrieb von 68000- und Z80-Rechnern im Echtzeitverbund.

Compiler-Oberteil

Der obere Compiler übersetzt die einzelnen PEARL-Moduln in die maschinenunabhängige Zwischensprache CIMIC/AV. Zur Beschleunigung des Übersetzungsablaufs bedient er sich der unter CP/M einrichtbaren RAM-Disks.

Codegenerator

Der Codegenerator erzeugt für jeden PEARL-Modul aus der Zwischensprache CIMIC/AV einen Programm-Modul in Assemblercode und sogenannte "Modulinformation".

Modulbinder

Der Modulbinder erzeugt aus den Modulinformationen sämtlicher Übersetzer PEARL-Moduln eines PEARL-Programms ein "Verwaltungsmodul" in Makro-Assemblercode, in dem die verschiedenen Verwaltungsdaten deklariert und vorbesetzt werden (z.B. Prozeßkontrollblöcke für die einzelnen Tasks).

Assembler (AS68)

Der Assembler übersetzt den Programm-Modul eines jeden PEARL-Moduls sowie den vom Modulbinder erzeugten Verwaltungsmodul in verschiebbaren Objektcode.

Laufzeitsystem

Das Laufzeitsystem enthält die zielrechnerabhängigen Funktionen, die vom Codegenerator nicht direkt erzeugt werden. Laufzeitfunktionen gibt es für komplexe Operationen, für die formatierte ("Standard"-) Ein-/Ausgabe und das Dateiverwaltungssystem.

Betriebssystem

Das Betriebssystem PBS dient zur Verwaltung und Steuerung quasi-paralleler Programme und erlaubt mit Hilfe interrupt-gesteuerter Treiber den gleichzeitigen Betrieb verschiedener Geräte. Für folgende Funktionen gibt es bisher Treiber:

- Echtzeituhr
- digitale Ein-/Ausgabe
- serielle Ein-/Ausgabe
- parallele Ein-/Ausgabe

Zum Betrieb der Floppies bedient sich das PBS der BDOS-Komponente aus CP/M-68K und sichert dadurch die Austauschbarkeit der Datenträger zwischen PEARL- und CP/M-Umgebung. Der Austausch von Botschaften mit anderen Rechnern wird über das Netzwerksystem abgewickelt.

Binder (L068)

Der Binder bindet alle Programmteile, wie

- Programmodule (compilierte und assemblierte PEARL-Module),
- Verwaltungsmodul,
- Laufzeitprozeduren (aus einer Programm-Bibliothek),
- PEARL-Betriebssystem mit Gerätetreibern und Hardware-Initialisierungen

zu einem lauffähigen Objekt zusammen.

Testsystem

Das Testsystem erlaubt sprachorientierte Abfragen und Eingriffe am laufenden Programm, wie z.B. das

- Lesen und Setzen von Variablen,
- Abfragen und Ändern von Taskzuständen, Semaphoren, etc.,
- Verfolgen des Ablaufs mittels Zeilentrace.

Der gesamte Übersetzungsvorgang wird von Submit-Prozeduren gesteuert.

Die Struktur aller am Ablauf eines PEARL-Programms beteiligten Komponenten ist in Abbildung 1 dargestellt.

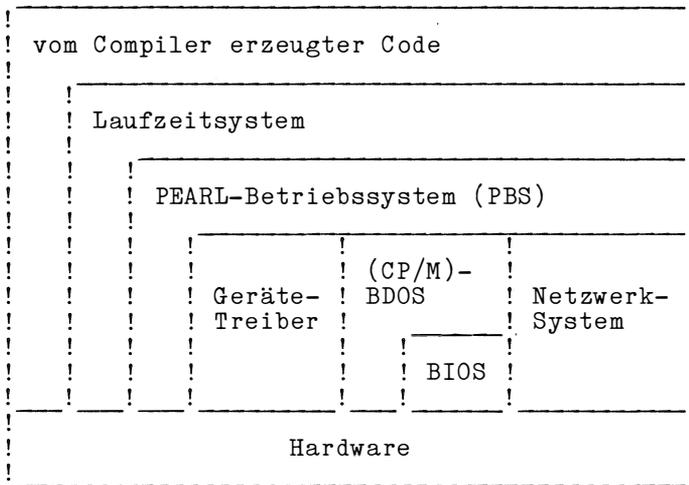


Abbildung 1: Schichtenstruktur der Komponenten eines PEARL-Programms

5. Anwendungen

Die CP/M-68K-PEARL-Systeme am RRZE werden hauptsächlich als Steuereinheiten in Rechnernetzen eingesetzt.

- Die Versorgung abgesetzter ("remote") Stationen mit Rechen- bzw. Druckleistung erfordert leistungsfähige Steuereinheiten. Diese Steuereinheiten dienen zur Abwicklung von Übertragungsprozeduren, zur Simulation des jeweiligen Stationstyps und zum Betrieb der angeschlossenen Geräte, wie Drucker, Plotter, Operatorkonsole und evtl. weiterer Rechner. Aus Effizienzgründen kommen in solchen Fällen synchrone Übertragungsprozeduren, wie z.B. MSV2, BSC, etc. zum Einsatz. Die zugehörigen Stationstypen sind Transdata bzw. HASP.

Zum Betrieb abgesetzter Stationen an Siemens-Großrechnern des Typs 75xx wurde ein Transdata 8418/MSV2-Simulationsprogramm für ein 68000-System entwickelt. Es betreibt die serielle Leitung zum Großrechner, dekomprimiert die Netzdaten und leitet sie an einen schnellen Drucker weiter und filtert aus dem Datenstrom Operator-Information heraus. Bei einer Leitungsgeschwindigkeit von 9600 bps kann z.B. der Rank-XEROX-Laserdrucker 3700 im Listendruck mit Nennleistung (26 Seiten/Minute) betrieben werden. Das entspricht einem Dauerdurchsatz von ca. 3000 Zeichen/Sekunde, wobei jedes Zeichen einzeln verarbeitet werden muß.

- Geplant ist der Einsatz eines 68000-Systems als Gatewayrechner in Daten-Paketvermittlungsnetzen auf X.25-Basis. Hier muß der Rechner standardisierte Kommunikationsprotokolle interpretieren und dazu zwei Kommunikationsleitungen mit je 64000 bps betreiben.

6. Erfahrungen

Die Entwicklung des PEARL-Systems für CP/M-68K war in die Wege geleitet worden, um die durch Z80-Prozessoren gesteckten Geschwindigkeits- und Speicherplatzgrenzen überwinden zu können. Das Ziel wurde durch eine "Portierung" der PEARL-Systemsoftware von Z80- auf 68000-Prozessoren erreicht. Der dafür nötige Aufwand hat sich nach wenigen größeren Anwendungen gelohnt. Die Portierung von PEARL-Anwendungen von Z80- auf 68000-Umgebung, so zeigt sich, läßt sich in weniger als einem Tag durchführen.