

RUNDFUNKSPEZIFISCHE SOFTWARE
IMPLEMENTIERUNG EINES PEARL-PROGRAMMIERSYSTEMS

SONDERDRUCK AUS DEN

RUNDFUNKTECHNISCHEN MITTEILUNGEN

24. JAHRGANG (1980) HEFT 4 SEITE 188 BIS 190

RUNDFUNKSPEZIFISCHE SOFTWARE IMPLEMENTIERUNG EINES PEARL-PROGRAMMIERSYSTEMS

1. Ablauf der Vorhaben

1.1. Aufgabenstellung

Die vielfältigen Prozeßsteuerungen im Rundfunkbereich können bei genauer Durchsicht auf wenige Typen reduziert werden. Eine begrenzte Anzahl ergibt sich bei gleicher Art des Prozesses durch gewisse unterschiedliche „Handhabungen“ der Prozeßsteuerung in den einzelnen Rundfunkanstalten.

Um nun vorhandene Typen von Steuerungen bei jeder Anstalt leicht anpassen zu können, muß eine höhere Programmiersprache einheitlich eingesetzt werden. Mit einer solchen herstellerunabhängigen Sprache lassen sich die unterschiedlichen Prozesse von Haus zu Haus transportieren.

Für rundfunkspezifische Zwecke mußte also eine Programmiersprache „gefunden“ oder „geschaffen“ werden. Eine eigene Entwicklung schied wegen mangelnder Kapazität aus. Die Analyse vorhandener „Realzeitsprachen“ zur Prozeßprogrammierung führte zu PEARL (Process and Experiment Automation Realtime Language) als der einzigen Sprache mit „echten“ Realzeit-Sprachelementen.

Das IRT stellte daher an das Bundesministerium für Forschung und Technologie einen Antrag auf Finanzierung eines PEARL-Programmiersystems im Rahmen des 2. DV-Förderungsgesetzes. Die Begründung lautete:

- Die Programme für Rundfunkbetriebsabläufe können mit PEARL vereinheitlicht werden.
- Die mit PEARL erstellten Programme sind durch die höhere, selbstdokumentierende Sprache verständlicher und damit leichter änderbar. Das Know-how ist auf Programmiersprachenebene einfach austauschbar.
- Mit einem einheitlichen, genormten Prozeßprogrammiersystem wie PEARL kann die Softwareerstellung getrennt von der Hardwareerstellung betrachtet werden, gleichsam herausgehoben aus dem Streit Hardware-Software als Gesamtleistung. Die Definition von Schnittstellen wird erheblich erleichtert.
- Die Softwareerstellung wird durchschaubarer, die Kostenkontrolle kann mit PEARL effektiver erfolgen.
- Die Systemanalytiker und Programmierer sind zusammen mit den Planungsleuten universeller einsetzbar.

Um diese Voraussetzungen für eine erste Nutzung und spätere Verbreitung der Echtzeitsprache PEARL im Hörfunk- und Fernsehbereich zu schaffen, wurde für die Rechenanlage Hewlett-Packard 3000 des IRT ein PEARL-Programmiersystem entwickelt und implementiert, das aus folgenden Komponenten besteht:

1. Subset (Untermenge) der Sprache PEARL gemäß dem damals vorliegenden mbp-PEARL-Sprachreport [2] und den Beschlüssen des PEARL-Subset-Arbeitskreises (SAK).
2. PEARL-Compiler für diesen Subset, der auf der HP 3000 PEARL-Programme für die HP 3000 übersetzt.
3. Erweiterung des HP 3000-Betriebssystems um das „PEARL-Betriebssystem“ BAPAS (Basis für Prozeßautomationssysteme), das den Ablauf von PEARL-Programmen gemäß der durch die Sprache PEARL definierten Semantik gewährleistet.

Das Projekt wurde zu 100 % vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) gefördert. Projektträger war das Kernforschungszentrum Karlsruhe.

1.2. Stand der Technik bei Entwicklungsbeginn

Im Bereich der Rundfunk- und Fernsehanstalten wurden die rechnergesteuerten Prozesse bisher in Assembler maschinenabhängig programmiert (Beispiele: Sendeablaufsteuerung bei SFB und NDR, Hörfunkstern in Frankfurt). Dadurch konnten Anwendungsprogramme trotz gleicher Aufgabenstellung nicht auf Rechner bei anderen Anstalten übernommen werden.

Bei den Rundfunkanstalten standen weitere komplexe Anwendungsprobleme zur Lösung an (Beispiele: Lichtbestimmung von Farbfilmen, Magnetbandschnidetechnik, MAZ-Steuerung, Filmschnidetechnik, Kassettenarchive, Steuerung von Kreuzschienen, Mischern usw.). Die erforderlichen Programme bräuchten für den Einsatz bei den verschiedenen Rundfunkanstalten nur einmal geschrieben zu werden, wenn dies flexibel und anpaßbar, d. h. in einer höheren Echtzeitprogrammiersprache erfolgen würde. Das IRT entschied sich für PEARL, weil diese Sprache den gestellten Anforderungen am besten entspricht.

Zu diesem Zeitpunkt (Mitte 1975) schien die Definition der Sprache PEARL im PEARL-Subset-Arbeitskreis kurz vor dem Abschluß zu stehen. Die Firma BBC hatte bereits 50 PEARL-Systeme auf ihrem System DP 1000 verkauft und davon 15 bis 20 im Einsatz. Die Hersteller AEG und Siemens rechneten damit, ab Frühjahr 1976 PEARL-Programme für 80-20 und SI 330 übersetzen zu können. Die ASME (Arbeitsgemeinschaft Stuttgart, München, Erlangen) führte bereits Modellversuche mit dem ASME1-Subset auf AEG 60-50 in Stuttgart und auf Siemens 306 in Erlangen durch. Die Softwarefirmen mbp und Werum entwickelten gerade ein PEARL-Betriebssystem (BAPAS) für die HP 3000 des IRT und hatten den Compiler für ihren PEARL-Subset weitgehend fertig programmiert. Allerdings war zu dieser Zeit noch nicht fest umrissen, welchen Sprachumfang von PEARL die jeweiligen Implementatoren zur Verfügung stellen würden. Entsprechende Sprachbeschreibungen lagen seinerzeit dem IRT von der ASME (ASME1-Subset) und von mbp-Werum vor.

1.3. Voraussetzungen

Da im IRT keine eigenen Leistungen für die Implementierung erbracht werden konnten, war eine Förderung durch das BMFT Voraussetzung für die Durchführung. Nach einem Fachgespräch am 3. 7. 1975 entschied sich das IRT für das mbp-Werum-System, da in diesem die besseren Zukunftsaussichten zu sehen waren.

Ein Transfer des gleichen PEARL-Subset auf eine andere Anlage konnte mit dem gewählten Konzept in finanziell erträglichem Rahmen erfolgen, da der sogenannte Oberteil (80 %) unverändert übernommen werden konnte. Die Anpassung an die Zielrechenanlage betrug nur 20 %. Die Voraussetzung zur Erstimplementierung im IRT wurde durch die moderne Rechenanlage HP 3000 erheblich verbessert. Im IRT waren weiterhin Kenntnisse und Erfahrungen aus allen Bereichen der Prozeßrechnerntechnik für Rundfunkanstalten vorhanden.

1.4. Arbeitsaufbau und -ablauf

Der Sprachumfang und die Struktur des PEARL-Systems wurden anlässlich des Fachgespräches am 3. 7. 75 beim IRT vorgestellt und diskutiert. Der Vertrag über die Lieferung eines PEARL-Compilers für die HP 3000 des IRT wurde am 10. 9. 1975 abgeschlossen. In ihm war als Fertigstellungszeitpunkt der 31. 12. 1976 vorgesehen.

Durch einen Unterauftrag wurde die Firma Entwicklungsbüro Wulf Werum, Lüneburg, an dem Vorhaben beteiligt.

Wichtige Termine der Entwicklung waren sodann:

- Installation des PEARL-Betriebssystems BAPAS abgeschlossen bis auf die Ein/Ausgabe (die vom SAK noch festzulegen war).
- Es wurde entschieden, von der Zwischensprache IL1 aus FORTRAN-Code zu erzeugen, um eine noch größere Portabilität des Compilers zu erreichen. Die dabei auftretenden Effizienz Nachteile fielen bei der normalen Betriebsart (vor allem Testläufe) des IRT nicht ins Gewicht.
- Das IRT veranstaltete ein „PEARL-Symposium“ für etwa 70 geladene Gäste aus allen Rundfunkanstalten. Dabei wurde auch die PEARL-Sprachbeschreibung verteilt, die den letzten SAK-Stand berücksichtigt.
- Mit dem fertiggestellten Codegenerator wurde der Compileroberteil auf die HP 3000 transportiert. Damit konnte der Test auf der HP 3000 beginnen.
- Das IRT veranstaltete ein zweites PEARL-Symposium mit dem Titel „Möglichkeiten und Grenzen der Prozeßdatenverarbeitung im Rundfunk mit der Programmiersprache PEARL“. Interessenten wurde dabei auch die Übersetzung und der Ablauf von PEARL-Testprogrammen vorgeführt.
- Im IRT fand ein 3tägiger PEARL-Einweisungskurs für etwa 40 Mitarbeiter aus fast allen Rundfunkanstalten statt, bei dem die Teilnehmer in Übungen auch selbst kleine PEARL-Programme schreiben und interaktiv über acht Terminals simultan testen konnten.

Die doch erheblichen Terminverzögerungen hatten im wesentlichen folgende Gründe:

1. Anfang 1976 traten beim Einzeltest der ersten in der Programmiersprache GBL1 erstellten Läufe des Compilers auf drei Großrechnern IBM/370-158 (168) jeweils unerwartete Durchsatzschwierigkeiten auf. Durch eine aufwendige weitere Segmentierung der einzelnen Läufe zur Erlangung einer höheren Rechnerpriorität konnten diese Schwierigkeiten zu einem großen Teil abgeschwächt werden. Allerdings behinderten die verbliebenen Durchsatzschwierigkeiten den Arbeitsfortschritt immer noch so sehr, daß im Sommer 1976 entschieden wurde, die Programmerstellungs- und Testarbeiten auf einem Prozeßrechner Siemens 330 fortzusetzen. Dieser Rechner wurde verspätet Ende 1976 installiert.
2. Im Laufe des Jahres 1976 wurde der Arbeitsfortschritt wesentlich durch die ungewisse Situation behindert, die durch die Beschlüsse der Spitzingsee-Klausur des SAK entstanden war. Die Festschreibung von Basic und Full PEARL [4,5] im Laufe des Jahres 1977 brachte die notwendige Klärung, allerdings wurde der Aufwand für die nun nötigen Änderungen des entstehenden PEARL-Systems zunächst unterschätzt; alle Auswirkungen im Detail wurden erst während der Implementierung festgestellt. Allein die notwendig gewordene Neuerstellung der Laufzeitpakete für binäre und formatierte Ein/Ausgabe verursachte etwa 15 Mannmonate Aufwand.

1.5. Erzieltes Ergebnis

Verfügbarkeit:

PEARL-Programmiersystem auf HP 3000 mit allen Subsystemen zur Programmerstellung:

EDITOR

FILE-System

Datenbanksystem

„Reentrante“ Version unter dem Betriebssystem MPE III.

Ablaufergebnis:

Durch die vielfache Verzögerung wurde deutlich, daß für die Implementierung des Compilers (selbst bei der sehr fortschrittlichen Technik, wie sie von mbp-Werum angewandt wurde) noch Entwicklung in bezug auf die Durchführungszeiten notwendig ist.

Trotz dieser Verzögerungen trug das Vorhaben aber zu einer wesentlichen Förderung der Softwaretechnologie im Bereich der Erstellung portabler Programmiersysteme bei, weil Konzept und Abwicklung sich nicht nur an dem Spezialfall HP 3000, sondern an allgemeinen Anforderungen orientierten. Aufbauend auf dem erreichten Stand können nun PEARL-Systeme (Compiler und Betriebs- bzw. Laufzeitsystem) für andere Rechner mit 1,5 bis 2 Mannjahren Aufwand innerhalb eines Jahres erstellt werden. Die Gründe hierfür sind:

- Ein fertiger, rechnerunabhängiger PEARL-Compileroberteil liegt vor, so daß zur Vervollständigung zu einem PEARL-Compiler für einen anderen Rechner nur noch ein Codegenerator entwickelt werden muß.
- Für das PEARL-Betriebs- und -Laufzeitsystem gibt es portable Komponenten, die mittels eines Codegenerators automatisch auf die neue Zielanlage transportiert werden und dort nur noch angepaßt werden müssen.
- Die Sprache PEARL ist durch entsprechende DIN-Normentwürfe festgehalten.
- Ein breiter Kreis verfügt nun über das Know-how für die Entwicklung von PEARL-Systemen, ja allgemein von portablen Programmiersystemen (Multiplikatoreffekt).

Einsatzgebiete:

Alle Gebiete der Prozeßrechnertechnik in Hörfunk und Fernsehen. Die Unikate der rundfunkspezifischen Realisierung können durch PEARL leichter, schneller und damit billiger erstellt werden.

Aussichten:

Durch konsequente Schulung und Werbung könnte man die Assembler-Befürworter und Prozeß-FORTRAN-Freunde von PEARL überzeugen. Nur durch eine höhere Programmiersprache kann in Zukunft Prozeßautomatisierung kostengünstig realisiert werden.

2. Zusammenfassung des fachlichen Inhalts

Das PEARL-Programmiersystem für die HP 3000 des IRT besteht aus folgenden Komponenten (detailliertere Beschreibungen sind in den jeweiligen Entwicklungsunterlagen enthalten):

2.1. PEARL-Subset

Der implementierte Sprachumfang umfaßt Basic PEARL nach DIN 66 253 (Teil 1, Entwurf) und ist eine Teilmenge von Full PEARL. Die über Basic PEARL hinausgehenden Sprachelemente erlauben vor allem eine anwendungsorientierte Programmierung (z. B. Typenvereinbarung, mehrstufige Strukturen, Boltvariablen) und eröffnen Möglichkeiten der Listenverarbeitung (Referenzen, Typvereinbarung). Insbesondere können mit diesen Mitteln rundfunkspezifische Datentypen und Prozeduren (Bibliotheksmoduln) geschaffen werden.

Damit wurde der 1975 definierte Sprachumfang in allen wesentlichen Punkten realisiert.

2.2. PEARL-Compiler

Wie Bild 1 zeigt, besteht der Compiler aus einem rechnerunabhängigen Oberteil, der ein PEARL-Programm in

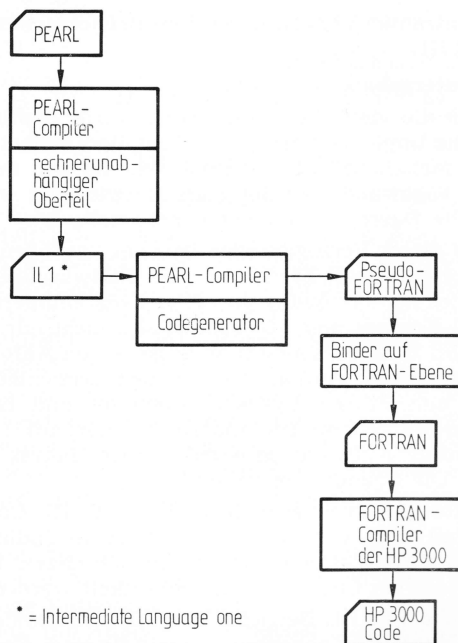


Bild 1

Übersetzung von PEARL-Programmen für die HP 3000

die rechnerunabhängige Zwischensprache IL1 übersetzt. Aus der IL1-Form erzeugt ein Codegenerator sogenannte Pseudo-FORTRAN-Programme, die durch einen anschließenden Bindevorgang auf FORTRAN-Ebene zu einem FORTRAN-Programm für den FORTRAN-Compiler der HP 3000 gebunden werden.

Alle drei Komponenten sind in GBL1 (einem PL/I-Subset) programmiert. Sie werden durch einen GBL1-Compiler, der IL1-Programme erzeugt, durch den Codegenerator, den Binder und den FORTRAN-Compiler der HP 3000 auf die HP 3000 transportiert. Sie können mit geringem Anpassungsaufwand auch für andere Rechner entsprechender Leistungsfähigkeit eingesetzt werden. Das für den Ablauf des Compilers nötige Laufzeitsystem wurde in SPL und FORTRAN programmiert. Der Compiler kann reentrant (d. h. simultan für mehrere Benutzer) arbeiten.

2.3. PEARL-Betriebssystem

Als PEARL-Betriebssystem wird das Betriebssystem BAPAS eingesetzt. Für die HP 3000 wurde es in SPL (der Systemprogrammiersprache der HP 3000) programmiert.

Da die Rechnerarchitektur der HP 3000 keine Kommunikation von Rechenprozessen über globale Objekte erlaubt, wurde BAPAS als ein HP 3000-Prozeß implementiert. Damit laufen alle Benutzer-Tasks eines PEARL-Programms unter der Regie dieses einen HP-Prozesses (d. h. unter Verwaltung von BAPAS) ab.

Um bei Ein/Ausgabe-Vorgängen trotzdem Simultanarbeit zu erreichen, wird je Ein/Ausgabe-Gerät ein wei-

terer HP 3000-Prozeß erzeugt und bei der Auswertung der entsprechenden Ein/Ausgabeanweisung von BAPAS aktiviert.

2.4. PEARL-Laufzeitsystem

Zum Laufzeitsystem gehören Routinen für

- die formatierte Ein/Ausgabe: Hierfür wird ein portables Programmpaket benutzt; die durch dieses Paket vorgegebene Treiberschnittstelle wurde in SPL realisiert.
- die binäre Ein/Ausgabe: Sie wurde in PEARL und SPL realisiert.
- die Prozedurorganisation, Speicherverwaltung und Feldverwaltung: Sie wurde in SPL programmiert.
- die Arithmetik: Soweit diese Routinen nicht schon vorhanden waren, wurden sie in FORTRAN (Wandlungsroutinen) und SPL programmiert.
- die Kettenoperationen: Sie wurden in SPL programmiert.
- die Standardfunktionen: Hierfür werden die bereits vorhandenen Routinen aus der FORTRAN-Bibliothek benutzt, wobei lediglich die erforderlichen Parameteranpassungen in SPL realisiert wurden.

3. Ausblick

Durch dieses Vorhaben wurden erste Voraussetzungen für den Einsatz von PEARL im Rundfunkbereich geschaffen: Nun können im IRT PEARL-Programmierkurse für Mitarbeiter der Rundfunk- und Fernsehanstalten abgehalten werden sowie PEARL-Programme für rundfunkspezifische Aufgaben erstellt werden und auf der HP 3000 oder anderen PEARL-Rechnern ablaufen.

Zur zeitkritischen Steuerung technischer Prozesse ist die mit der HP 3000 gekoppelte HP 1000 des IRT besser geeignet. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß zur Zeit ein PEARL-Programmiersystem mit gleichem Compileroberteil für HP 1000 in Zusammenarbeit zwischen TU Berlin und Firma Werum entwickelt wird. Das Ziel ist, auf der HP 3000 PEARL-Programme für die HP 1000 zu entwickeln und zu übersetzen, wobei die Bedienung des PEARL-Compilers auch von einem HP 1000-Terminal aus erfolgen kann.

SCHRIFTTUM

- [1] Windauer, H.; Sauter, D.: Rundfunkspezifische Software. Projektbericht. Hrsg. vom Institut für Rundfunktechnik GmbH, München 1979.
- [2] Windauer, H.; Werum, W.: PEARL, Sprachbeschreibung des mbp-Subsets. Hrsg. vom Mathematischen Beratungs- und Programmierungsdienst GmbH, Dortmund 1977.
- [3] Sauter, D.: PEARL — Eine neue höhere Programmiersprache für die Realzeitprogrammierung von Prozeßrechnern. Rundfunktech. Mitt. 23 (1979), S. 93.
- [4] Hruschka, P.: Basic PEARL Language Description. PDV-Bericht 120. Hrsg. von der Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe 1977.
- [5] Kappatsch, A.: Full PEARL Language Description. PDV-Bericht 130. Hrsg. von der Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe 1977.

Dietrich Sauter
 Institut für Rundfunktechnik, München