

Pere BOTELLA

Dept. Programació - Facultat d'Informàtica U.P.B.

## 1. Context de recerca i estratègia d'estudi

1.1 En el 1968 es va començar a parlar dels problemes de la programació amb l'etiqueta de "la crisi del software": l'estat de les tècniques de programació feia que en augmentar la complexitat de les aplicacions augmentés excessivament el nivell d'errors i, en conseqüència, la dificultat de la posta a punt.

Aquesta crisi es va caracteritzar mitjançant dos indicatius: el cost i la qualitat del software. El primer expressa la inquietud de la indústria pel constant creixement del cost del software en front del hardware, sobretot en els grans projectes; el segon expressa la inquietud del món de la recerca (a la universitat i a la indústria) per tal de formalitzar, estudiar i dominar el procés de construcció de programes (veure BoR 80 per a una explicació més completa).

A partir d'aquesta constatació de crisi, varen iniciar-se un gran nombre d'esforços de recerca en el nou camp anomenat com "metodologia de la programació": calia trobar tècniques i mètodes, i construir eines, que ajudessin al procés de construir programes en forma sistemàtica.

L'objectiu de totes aquestes línies de recerca, plenament vigents en el món actual, és, a grans trets, assolir una millora de la fiabilitat del software construït (l'objectiu final, però en certa forma utòpic, és assolir la total correctesa del software construït). És obvi que el concepte de fiabilitat està en relació directa amb els indicatius de cost i qualitat.

Un criteri que, amb dificultat però, s'ha anat imposant és el de que els problemes de la programació no s'arreglarien únicament augmentant les possibilitats dels llenguatges; així doncs, a més de treballar en la definició de nous llenguatges, s'ha treballat en camps tals com: mètodes de programació, verificació formal, semàntica, transformació, especificació, mòduls i tipus abstractes, síntesi, etc., ...

Malgrat tot, i situant-nos en el moment actual i en el nostre país, podem afirmar que la feina de programar es fa absolutament al marge de totes les noves idees (amb excepció d'un cert sector universitari, i de casos excepcionals a la indústria). I no tan sols es fa al marge d'aquestes idees, sino que, amb molta freqüència es potencia volgudament aquesta actitud, lo qual provoca una situació totalment contradictòria: la de potenciar enfocis no gens rigorosos que, en conseqüència, fan augmentar els costos.

És opinió força generalitzada que una de les raons que provoca aquest fet és la manca de software d'ajut a la programació inspirat en aquests nous conceptes (cal esmentar que el llenguatge Pascal, el potser més vell llenguatge basat en aquests criteris, ha necessitat deu anys per a sortir del "ghetto" acadèmic i iniciar-se, tímidament, en la distribució comercial).

El projecte que presentem preten contribuir a una millora de la fiabilitat dels programes mitjançant l'ús sistemàtic de mètodes i d'eines software específiques en tot el procés de concepció i de construcció dels programes.

1.2 El projecte A.D.S.P.F. (Ajudes al Desenvolupament Sistemàtic de Programes Fiabls) és un projecte de recerca teòrica i aplicada del Departament de Programació de Computadors de la Facultat d'Informàtica de Barcelona, - en el que també hi col.labora la Càtedra de "Mètodes Informàtics" de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona, i que és possible mercès al finançament de la "Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica" del M.U.I. Tres professors de la Facultat d'Informàtica i un de l'Escola d'Enginyers hi col.laboren actualment. L'esmentat finançament ha permès afegir-hi quatre becaris.

S'ha establert també un acord de col.laboració amb el projecte "MEFIA" (SCG 78 i Sch 79), que dirigeix el professor P. Cl. Scholl del Laboratori d'Informàtica i Matemàtica Aplicada de Grenoble, de manera que, de fet, no es pot parlar de dos projectes paral.lels, sino d'un sol projecte, amb els mateixos objectius, portat a terme per més d'una universitat. La considerable experiència adquirida pel grup grenoblès, que hi treballa des de 1975, dona un caire altament profitós a aquesta col.laboració.

1.3 La nostra estratègia d'estudi està fundada en tres nivells, que coincideixen amb els objectius que ens fixem:

- un nivell conceptual, en el que estudiem els fonaments teòrics de la programació, per tal de formalitzar el procés de construcció de programes i, així, definir mètodes de programació
- un nivell concret, en el que definim un prototipus d'un sistema interactiu de software d'ajut a la producció sistemàtica de programes. Aquest prototipus servirà per a experimentar i validar les idees sorgides del nivell conceptual
- un nivell pràctic, en el que tractem d'aplicar els resultats obtinguts a diferents contextos d'ensenyament (per tal d'experimentar en un plà didàctic) i, si la indústria col.labora, a diferents contextos productius (ús dels mètodes i del sistema interactiu en aplicacions reals)

## 2. Contingut del projecte: un esbós de descripció tècnica

2.1 La definició d'una notació algorísmica (llenguatge de programació) comú a tot el projecte és un punt clau, si pensem en criteris de comunicació, portabilitat, etc., ... Si afegim el criteri de la "fiabilitat", cal que sigui una notació que recolzi els avenços metodològics amb els que volem experimentar. Donat que la notació MEFIA (v. CGS 78) emprada en el projecte del mateix nom s'adapta perfectament a la descripció donada, hem decidit adoptar-la (amb les necessàries adaptacions) per al nostre projecte: aquesta decisió ens permet una fàcil comunicació amb el projecte francès, i, a l'hora, ens permet guanyar temps.

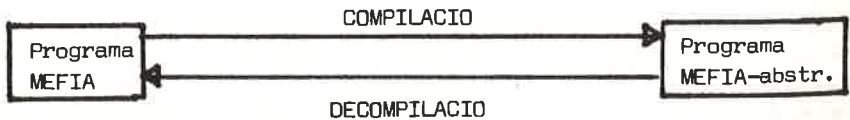
Les característiques més importants de la notació MEFIA són:

- Composició de sentències clàssica (seqüència, alternativa i repetitiva), amb diverses formes, incloent la iteració amb sortida pel mig i l'esquema d'opció múltiple.
- Capacitat per a declarar tipus de dades (com la declaració type de Pascal)
- Mecanisme d'encapsulat: possibilitat, doncs, d'implementar la representació d'un tipus abstracte ("mòdul multifuncional" en alguns treballs)
- Assignació múltiple amb n-uplets.
- Capacitat per a descriure propietats sobre la representació de les dades.
- Verificació estàtica de tipus.
- Supressió dels efectes laterals, i substitució dels subprogrames clàssics (funció i procediment) per conceptes més adaptats al concepte de disseny descendent per refinaments succesius (funció multivaluada, acció i acció amb resultats).

En definitiva, la notació MEFIA incorpora els conceptes sorgits en els darrers anys en programació, sense allunyar-se del concepte actual de "llenguatge d'alt nivell". Cal remarcar, però la seva flexibilitat: anirem adoptant la notació a les idees metodològiques que sorgeixen, i mai a la inversa.

2.2 L'arquitectura del sistema d'ajut a la programació que proposem és molt simple: tots els components pivoten sobre una representació interna dels programes. Cal, doncs, definir una notació MEFIA abstracta (diferent sintàcticament, però idèntica semànticament; veure AHU 78) per tal d'incorporar les funcions "compilació" i "decompilació".

En esquema:



• Tots els components del sistema interactiu treballaran sobre la representació abstracta: així la ductilitat del sistema és molt més gran, i, sempre que es vulgui, es pot obtenir el programa equivalent a una representació interna donada.

2.3 Els components del sistema que considerem són:

- Un generador d'analitzadors sintàctics.  
En el nostre marc de treball, el paper d'un analitzador sintàctic cobreix la funció dita a 2.2 de "compilació": tradueix la notació algorísmica a llur representació interna. Per tant, un generador d'analitzadors sintàctics permetrà flexibilitzar l'ús de notacions diferents adaptades a diferents contextos.

- Un traductor Mefia (abstracte) → Fortran.  
Es construirà per a ésser usat a l'ordinador de la Càtedra de Mètodes Informàtics de la E.T.S.E.I.B., donat l'ús generalitzat del llenguatge Fortran en medis tècnics.
- La implementació d'un traductor Mefia → Basic, fet a l'I.M.A.G., a l'ordinador de la Facultat d'Informàtica, lo que ens permetrà usar la notació Mefia des de l'inici del projecte.
- Un prototipus d'editor, treballant sobre la representació interna, i al que li anirem incorporant diferents possibilitats experimentades prèviament amb criteris de mètode. Per tant, l'editor constituirà el suport software dels mètodes definits i/o assumits pel projecte (facilitats de disseny descendent, refinaments succesius, ús de mòduls multifunció, verificació, transformacions diverses, etc.) És obvi que, tot i que conservem el nom, no té gran cosa a veure amb els "editors" convencionals, que sols permeten modificacions (més o menys sofisticades) en el text font, i no són, per tant, un suport metodològic.
- Com a necessitat de l'editor, un sistema de gestió de fitxers de programes i mòduls.

No cal dir que l'aportació diguem-ne "original" la constitueix l'esmentat editor.

### 3. Estat dels treballs

El projecte A.D.S.P.F., com a tal, comença a desenvolupar-se actualment (com ja he dit, mercès al finançament de la "Comisión Asesora"). De tota manera ens serveix per a concretar diverses línies de recerca ja encetades fa temps en el Dept. de Programació de la Facultat:

#### 3.1 Sobre verificació de programes (v. Bot 80b).

S'han estudiat els enfocos diversos de la verificació, agrupant-los en dos fronts: en tant que ajut a la construcció de programes i en tant que estudi de les propietats dels programes. A la vista de les limitacions de l'enfoc axiomàtic per a manipular abstraccions, s'ha estudiat l'enfoc algebriac de la teoria de tipus abstractes, i actualment es treballa en una síntesi dels dos enfocos aplicada als mètodes de programació inherents al projecte.

#### 3.2 Sobre transformació de programes (v. Rod 81a i Rod 81b).

Les tècniques de transformació de programes s'usen en punts diversos del procés de producció de programes. S'han estudiat per separat les transformacions recursiu-iteratiu (potser les més divulgades) i les transformacions en general. S'estudia actualment l'aplicació d'aquestes tècniques al sistema interactiu projectat, amb especial èmfasi en el que representa la manipulació d'esquemes, i també la incidència dels mecanismes d'encapsulat en la transformació (transformació amb tipus abstractes).

#### 3.3 Sobre la teoria de (i programació amb) tipus abstractes (v. Ore 81).

Un treball extern al nostre Dept. (Ore 79) s'incorpora al nostre bagat

ge en incorporar-s'hi el seu autor. A partir de l'estudi de la teoria al·gèbrica dels tipus abstractes, es vol estudiar la definició formal de llenguatges de programació per mitjans del concepte de tipus abstracte de dades, així com definir la correctesa dels processos de traducció a partir del concepte de representació. També es vol estudiar la definició de tipus abstracte en programació concurrent.

### 3.4 Sobre la didàctica de la programació (v. Bot 80a).

Els primers fonaments didàctics del projecte MEFIA de l'I.M.A.G. (LUS 75) han servit de guia en l'ensenyament de la programació en els dos centres involucrats en el projecte (usant Fortran a l'E.T.S.E.I.B. i Pascal a la F.I.B.). A la darrera Escola d'Estiu del Col·legi de Llicenciats varem estendre la nostra proposta per al B.U.P.

## 4. Cloenda

L'intent de sintetitzar els avenços en metodologia de la programació tractant de crear-ne nous entorns (adaptació lliure del mot anglès "environment"), és en el moment actual una de les grans línies de treball de moltes institucions de recerca. Fer aquí una relació de treballs similars podria sortir-se de l'objectiu (i la longitud) d'aquest paper. Però voldria acabar citant dos fets significatius:

- A la darrera "International Conference on Software Engineering" (v. CSE 79) gairebé la meitat de les comunicacions anaven en la línia dels sistemes d'ajut. La creació de "nous entorns" per a canviar els costums va ésser el "leit-motiv" de la conferència.

- El ja famós nou standard dels militars U.S.A., el llenguatge ADA, no ve tot sol: hi ha una definició standard de l'entorn de programació (o sistema d'ajut) a DoD 80. A partir d'ara l'exigència de normalització no passa tan sols pel llenguatge: també afecta al seu entorn.

Aquesta és la tendència. Si el camí és bo, o no, ho sabrem en els propers anys.

## Referències

- AH 78 A. Aho, J. Ullman  
Principles of Compiler Design  
Addison Wesley, 1978
- BoR 80 P. Botella, H. Rodríguez  
Introducción a la Programación Estructurada  
Com. Publ. F.I.B., curs 80/81
- Bot 80a P. Botella  
Reflexions sobre la didàctica de la programació  
L'Escaire, nº 4, 1980 (Dept. Mat. E.T.S.A.B.)
- Bot 80b P. Botella  
Verificación de programas: un estado del arte

XII Reunión Nacional de Estadís., Inv. Oper., e Informàtica, Jaca,  
Sept. 1980.

- CGS 78 P.Y. Cunin, M. Griffiths, P.C. Scholl  
Aspects fondamentaux du langage Mefia  
Journées "Fiabilité des programmes dans les applications industrielles", Avril, 1978.
- CSE 79 Proceedings  
4th International Conference on Software Engineering  
Munich, Sept. 1979.
- DoD 80 Dept. of Defense  
Requirements for Ada Programming Support Environments "Stoneman"  
Dept. of Defense, U.S.A., 1980.
- LuS 75 M. Lucas, P. Cl. Scholl  
Propositions pour une initiation à l'algorithmique  
Laboratoire I.M.A.G., USMG Grenoble, 1975.
- Ore 79 F. Orejas  
Una teoría de tipos abstractos de datos y su aplicación a la concepción de programas.  
Convenció Informàtica Llatina, 1979.
- Ore 81 F. Orejas  
On the representation of data types  
Int. Colloquium on the Formalization of Programming Concepts, Peñíscola, Abril, 1981.
- Rod 81a H. Rodríguez  
Eliminación de la recursividad  
Dept. Programació F.I.B., 1981.
- Rod 81b H. Rodríguez  
Transformación de Programas  
Dept. Programació F.I.B., 1981
- SCG 78 P.C. Scholl, P.Y. Cunin, M. Griffiths  
Construction methodique et verification systematique de programmes:  
elements d'un langage.  
Congrés AFCET Informatique, Nov. 1978.
- Sch 79 P.C. Scholl  
Vers une programmation systématique: étude de quelques méthodes, -  
techniques et outils.  
Thèse d'Etat. USMG - INPG, Grenoble, Juin 1979.