国防科技大学学报
JOURNAL OF NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY
第17卷第1期 1995年3月 Vol. 17 No. 1

程序语言的军用特征及其对计算机软件的支持*

郭浩志

（国防科技大学计算机系 长沙 410073）

摘 要 本文讨论了程序语言的军用特征及ADA与C对军用软件的支持，最后指出军用语言的发展方向。

关键词 程序语言，军用特征，对软件的支持，发展方向

分类号 TP312

在众多高级语言中，ADA和C虽然历史不长，却后来居上，在各种军用软件的设计与开发中，发挥了重要的作用。从设计思想看，二者相差似乎很远，有的地方甚至针锋相对，但在军用软件的实际设计与开发中却表现出异曲同工之效。

1 程序语言的军用特征

除了效率外，作为军用软件描述、设计、开发的工具，程序语言的军用特征主要表现为：

1）可靠性。指确保所描述软件系统正常工作的能力。它包括软件的正确性和健壮性。

2）实时性。指支持计算机系统在短时间内对输入的信息作出准确、及时响应的能力。

3）可维性。指支持软件系统维护工作的能力。它包括纠正软件错误、适应环境变化、增强软件功能和改善软件性能。

4）并发性。指支持软件系统中多个进程并行操作的能力。

5）可移植性。指支持软件系统或工具在各类计算机上实现以及从一种计算机移植到另一种计算机而不需作本质变动的能力。

2 ADA语言对军用软件的支持

ADA是军用标准语言，它给军用软件以充分和有力的支持。

2.1 对可靠性的支持

可靠性是最基本的要求。ADA语言文本首先强调完整、无二义性的定义。

设计上采用了简单性原理。ADA吸取了PL/1和ALGOL68语言一味追求功能庞大而带来副作用（复杂，可用性差）的教训，试图利用尽可能少的概念、机制去适应尽可

* 1994年5月12日收稿

能多的应用领域。

ADA 是从软件工程角度出发，根据嵌入式计算机应用对程序语言的一系列“需求方案”来设计和完善的。与程序语言设计几乎同时，还完成相应的编译设计、环境设计以及确认和验证设计，以确保语言本身的合理、高效和高质量。

分解方法。允许将一个复杂问题分解为若干个较小的易解部分（模块），以便分别处理之。ADA 共提供四种功能不同的模块（程序单元）：子程序（基本程序单元）、程序包（公用实体程序单元）、类属单元（模板程序单元）和任务（并行处理程序单元）。该模块既有独立性和封闭性，又可被分别编译，即允许编译程序对其规范说明和体分别进行包含一致性检查的编译。ADA 的 with 子句和 separate 子句分别支持自底向上和自顶向下两种软件开发技术。这就允许程序员们在开发系统时并行产生和测试模块。

程序包是一种典型的数据抽象机制。它包括数据封装与结构抽象（私有类型），很好地体现了工程上常用的信息隐蔽原理和用户界面（规范说明）最小原则。ADA 程序单元体内的实现细节和私有类型中表示的类型结构对外界都是不可见的。抽象与信息隐蔽是同一问题的两个方面，都用于控制软件的复杂性，它们突出“做什么”，隐蔽“如何做”。程序单元的规范说明与体的严格分隔正是这种思想的体现。

ADA 为数据的精确表示提供了若干手段，既可有效地防止错误的发生，又易于发现错误。如派生类型允许对数据类型相同，但物理量纲（语义）不同的两个对象作出准确区分。子类型和各种类型约束（范围约束、精度约束、下标约束和判别式约束）能较精确地反映客观世界对象的抽象，以确保变量与被其模拟的对象之间值域的一致性。

容错性。ADA 提供的异常处理机制能及时响应和控制程序执行期间出现的错误，并力求恢复正常运行，从而大大提高了软件系统的应变能力和健壮性。

ADA 是典型的强类型语言。其类型是静态的概念，采用显式说明，并不允许隐式转换。类型等价采用名字等价，使得在表达式、赋值语句和子程序参数哑实结合中的类型匹配要求十分明确。

此外，ADA 的各种循环语句结构和转移语句的语义均有助于阻止滥用转移语句。

2.2 对实时性的支持

ADA 为描述各种机器（低级）特征以及将逻辑数据结构映射为物理结构提供了相应的机制，它利于与程序语言外的设施（如硬件）连接。为此，ADA 共设有四种表示规格说明，它们是长度子句、枚举表示子句、记录表示子句和地址子句。

ADA 为快速响应和处理突发事件提供了若干设施。诸如将硬件发出中断信号看成是调用任务的入口，定时入口调用、条件入口调用，含 delay 语句的选择语句等等。

异常处理机制有助于防止程序运行时可能出现的不可预测的结果。

2.3 对可维性的支持

软件的可维性是软件质量的重要标准之一，它直接影响到软件的销路。软件维护与硬件维修不同。硬件随时间变化的故障率曲线，因受物理、化学因素影响呈马鞍型，而软件产品的故障率曲线，因随机的修改而突然上升，呈脉冲型。提高软件可维性的工作主要集中在软件工程化设计过程中，作为工具的程序语言起着重要的作用。

ADA 充分考虑“程序设计是人的活动”这一重要事实，强调可读性甚于可写性，广

泛采用线性阅读原理，选用英文单词，重视提高程序可读性，如各种约束、闭式语法结构（语句、数据类型）。

模块本身的特性，模块的层次结构以及模块间的联系是 ADA 模块性能的三个重要方面。ADA 模块具有良好的独立性与封闭性，既利于错误局部化，也利于按积木式将模块结合成更大功能体。ADA 程序结构清晰，总体轮廓简洁，便于功能划分和细化。模块对外接口（规范说明）与体（实现细节）的可分隔性，模块的封闭、结构抽象与信息隐蔽，分别编译以及模块内异常处理机制与正常控制流的一致性，利于分工编制、调试和一致性检查，便于实现部分维护，减少复杂和防止意外的进入，更为软件商品化提供了方便。总之，以上特性较好地实现了可维性的三种表现形式：易理解、易测试和易修改。

2.4 对并发性的支持

ADA 的任务机制有助于多任务并发执行的设计，它既允许并行任务在多机、多处理机上并行实现，也允许在单处理机上交替执行。

会合机制以及与其相关的入口和接收语句的协调，妥善地解决了并发任务间的通讯、共享、同步与互斥诸问题。

此外，定时与延时的控制，以及各种中止机构（正常结束，terminate，abort，异常引发）也支持并发执行中各种情况的处理。

2.5 对可移植性的支持

可移植性是高级语言诞生时的主要目标之一。它允许在不同环境下对同一软件共享使用。这既避免了软件的重复开发，节省了大量的人力、物力、财力和时间，又十分有利于软件的引进和交流。

实际上高级语言很难完全达到可移植的目标。原因主要有两个：

（1）编译程序编写者的随意性。他可不遵守语言标准，自立方言。对于语言文本中难以规范之处更可自订标准。

（2）语言成分对计算机的依赖是普遍存在的。例如，整数范围、浮点数精度、标识符长度、数组大小、构造性数据的紧缩、子表达式之值、函数的副作用以及字符集变化。尤其是，依赖机器的内容分散在程序各处，与不依赖于机器的内容犬牙交错在一起。

为支持可移植性，美国国防部宣布，除 ADA 标准文本外，对其任何超集和子集均不予承认。这既强调语言必须标准化，还明确主张无方言。

自定义整数和自定义实数机制允许用户在类型定义时指明取值范围和精度约束，以便编译程序从多个满足要求的预定义整数、实数定义中自动作出一个满意的选择。

程序包允许将依赖于机器细节的内容封装在其体中，实现隐蔽，以尽量减少对移植的影响。

函数的形式参数只允许使用 in 方式，有效地限制了函数的副作用。

ADA 的良好指称语义也为可移植性提供了支持。

3 C 语言对军用软件的支持

从程序语言设计原则看，C 很多地方呈现出反传统的特征，似乎也不怎么符合军用要求：

·可靠性。如语法、语义不太规范，随意性较大；类型一致性检验能力较弱；转换比较随便；副作用较大；甚至因不区分整型和布尔型而直接导致结果出错。

·可维性。如运算符优先级太多（15级）不便于记忆；程序过于紧凑，直接影响可读性；允许程序员任意使用多种程序技巧，如类型书写可以混合使用前缀、后缀与圆括号。

·可移植性。如被赋予整数值的指针很易引起地址异常；函数调用时实在参数数目可变；依赖于字符值。

然而，事实上C语言越来越流行和受欢迎，并在军用软件的设计与开发中发挥了重要的作用。其主要原因如下：

1）大胆摆脱高级语言传统设计原则的束缚，强调实用，迎合用户心理。

（1）十分重视高效率。如将预处理语句之目标代码直接嵌入使用处；采用了很多反映机器特征（寄存器变量，＋＋，－－等等）的成分；甚至放弃了编译时和运行时的各种语法、语义检查。这使C生成的代码质量很高，几乎可与汇编代码相媲美。

（2）结构简洁、统一。C只支持一种模块，即函数。函数可递归调用，但不允许嵌套。函数参数只有一种方式，即传值方式。

（3）突出可写性。如尽量采用简洁、紧致的词法与语法形式，精减语法结构中的单词量和单词中的字符数；语法成分使用限制极少；书写格式自由。

2）不拘泥于一种风格，精心选择低级语言和当代流行高级语言的优点和成功经验。

C吸取了汇编语言的若干有用功能。如宏技术、地址运算、寄存器类型、位与位字段结构与操作等，还允许嵌入汇编代码。

C继承并发扬了流行高级语言一些成熟的语言成分，包括典型的顺序、选择和重复语句以及丰富的数据类型。例如，Fortran的模块结构，Algol60的分程序、值参数和递归，Pascal的指针、结构化语句和自定义类型。

C兼收高、低级语言之精华，但大胆抛弃了诸如I/O、字符串、集合、并行、同步等较复杂的控制机构。它不仅可以直接访问机器物理层，实现对系统硬件和外围接口的控制，而且还可面向用户，便于书写。被誉为规模适中、表达简洁、自由灵活的中间语言。

3）C虽不是军用语言，但仍具备很多军用特征。

4）与权威操作系统UNIX紧密联系在一起。

虽然C比Fortran，Cobol，Pascal晚诞生，但作为后起之秀已成了所有种类计算机通用的高级语言，而UNIX成了事实上的标准OS。专家认为，UNIX的成功和广泛流行主要是因为有了C，而C之所以有今天，又因为它是根植于UNIX系统之上。

既然在高级语言尚未盛行的早期，采用汇编语言（甚至机器语言）编写的软件可以是高质量、高效率的，那么今天保持汇编语言精华又继承高级语言优势的C能广泛流行也就不奇怪了。C的优点足以弥补其缺陷。何况一些诸如不可靠、难移植等因素的避免更多地掌握在程序员手中。C语言并未严格遵循一整套无懈可击的设计原则，也未追求严谨的语法和规范的语义，但它更多的是在语用上下功夫，最终获得了用户的青睐，并牢牢控制了程序语言的市场。类似地，我们也不难理解，虽然C并不是专门研制的军用语言，但却在很多军事领域发挥了十分满意的作用。

4 军用语言向何处去

决定一个软件质量好坏的因素很多，程序语言只是一个重要因素，而不是唯一因素。多年的实践证明，一个受用户欢迎的软件产品，不一定非要由功能很完善、性能很优异的程序语言来设计和开发，但是功能完善、性能优异的程序语言却为程序员提供了极其宽松的施展余地，更能支持高质量、高效率（尤其是大型）软件的设计与开发。

应该说，ADA 在大型复杂的军用软件的设计与开发中发挥了很大的作用。同时，也应看到，按军用要求（尤其是嵌入式计算机）设计的 ADA 现已被广泛应用于很多非军事领域。另一方面，并非按军用要求设计的 C 语言，事实上在许多军用软件的设计与开发中发挥了重要的作用。可以说，程序语言在军用与非军用之间并无鸿沟。我们似乎更应着力研究军民两用语言。

当今，计算机程序语言同时兼有计算机、程序设计、自然语言、数学、人工智能、软件工程，甚至心理学、医学等许多领域和学科的特征，已逐步发展成为一门综合性的学科。我们不仅应该将它作为计算机使用和人们交流算法的工具，更应使它赋有以下诸种能力：

- 精确描述和反映客观世界及其事物；
- 反映人类思维方式和特征；
- 表达和处理人类知识；
- 突破冯氏体系结构；
- 与开发环境融为一体。软件开发过程中的需求分析、规范、验证、原型生成、信息反馈、知识库查询等各个环节的协调一致；
- 与各种软件的交互作用；
- 与自然语言更趋接近。

软件不仅应该成为软件生产自动线上的最终产品，而且还应成为市场上真正的商品。这一方面要求程序语言能为软件描述严谨的规范说明，另一方面应便于更广大的人群掌握。寻求二者之间的结合点也许正是需要我们努力的方向。

参 考 文 献

1 郭浩志．ADA 程序设计基础．科技文献出版社重庆分社出版，1989

2 郭浩志主编．程序设计语言概论．长沙：国防科技大学出版社，1989

3 郭浩志．当今程序设计语言的发展特征．计算机科学，1990（1）

4 郭浩志．计算机语言的特征、分类、应用与发展．国防科技大学，1990

5 郭浩志．面向对象方法及其支撑语言的特征、缺陷和发展．见：全国程序设计语言发展与教学学术会议论文集．北京：电子工业出版社，1994

The Military Characteristics of the Programming Language and Its Support to Military Software

Guo Haozhi
(Department of Computer Science)

Abstra

In this paper, the military characteristics of the programming language and the support of ADA and C to military software are discussed. The direction of military language is pointed in the end.

Key words Programming Language, military characteristics, support to soffware, direction

---

Design of integrated video console

Yu Lifu He Zhiyong
(Department of Electronic Technology)

Abstract

In this paper, we describe an integrated video console with a 8×4 matrix whose bandwidth is 120MHz and monitor's sync trace range is 15KHz to66KHz. It's main specifications and the way the circuit is designed are specified in the article. We have designed and manu factured products that are used in many systems.

Key words Wideo Band Width, Switch Matrix, Crosstalk Isolation, Horizontal Scan, Automatic Sync Tracl