

SDL 支撑系统*

李志斌 曹东启

(中国科学院软件研究所, 北京 100080)

摘要 SDL 是一种主要用于对电信系统性能制定确切的功能规格和描述的国际标准语言. 本文描述了以 CCITT SDL'88 为标准, 基于图形核心系统(GKS)设计实现的 SDL 支撑系统(3S), 包括 SDL 的图形方式(SDL/GR)的文档录入和编辑工作、对录入的 SDL/GR 文档进行正确性检查和将 SDL/GR 文本翻译到文字短语方式表达的 SDL/PR 文本等几部分. 此工作的完成对于使用图形方式描述计算机系统, 然后翻译到高级语言提供了可能.

关键词 SDL, GKS, 功能规格和描述, 图形文本, 文字文本, 编辑器, 软件自动生成.

SDL (Specification and Description Language) 是 CCITT 规定的一种标准描述说明性语言. 提出 SDL 的目的是为了提供一种用来对电信电报系统的性能制定确切的功能规格和描述, 它也可以用于描述其他系统的行为. SDL 给出了两种不同的语法形式, 图形表示(SDL/GR)以及文字短语表示(SDL/PR), 因为这两种表示都是对同一 SDL 语义的具体表示, 故从语义学的观点来讲, 它们是等效的. 一个系统在 SDL/GR 语法中有 8 种表达方式: 功能块交互作用图、进程图、功能块交互作用树图、进程树图、子信道图、过程图、状态概览图、状态跃迁图, 分别描述系统的不同方面. SDL/PR 是 SDL 的短语表示方式, 用一系列语句来表示系统的定义, 它使用一些关键字表达抽象语法中所定义的 SDL 概念.

以 CCITT SDL'88 文本为标准, 基于图形核心系统 GKS 实现的 SDL 支撑系统(简称 3S)是国家“七五”重点攻关项目, 已于 1991 年 3 月通过国家鉴定, 并在邮电部研制的万门程控交换机上运行.

1 设计

3S 是一个软件系统, 它主要完成以下的工作: (1) 编辑录入 SDL/GR 文本; (2) 对 SDL/GR 文本作正确性检查; (3) 将 SDL/GR 文本翻译到 SDL/PR; (4) 将 SDL/GR 文本输出(到屏幕、绘图仪、打印机等外设). 其概貌如图 1 所示.

我们在 VAX(VMS) 系统上设计实现了 3S 系统的两个版本, 一个是基于 VT340 终端上的 REGIS 图形软件包(只提供基本的划线、点等命令), 另一个是基于 GKS 系统

* 本文 1991-12-19 收到, 1993-01-03 定稿

本文工作是国家“七五”攻关项目. 作者李志斌, 31 岁, 助研, 主要研究领域为计算机软件. 曹东启, 59 岁, 研究员, 主要研究领域为计算机软件.

本文通讯联系人: 李志斌, 北京 100080, 中国科学院软件研究所

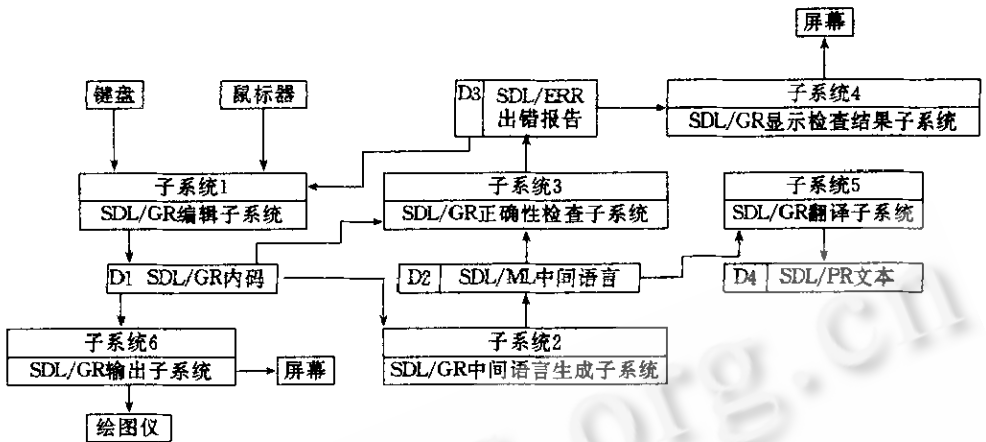


图1 3S概况

(Graphics Kernel System), 后者是提供给用户的标准版本。提供给用户的接口有两种, 一是用鼠标器选择、编辑, 另一种是命令, 即键盘输入命令的工作方式。

根据 SDL/GR 是规范图形等特点(它类似于流程图), 3S 系统没有采用图形编辑器通常使用的存储图素的方法, 而是采用存储图形语言的方式, 设计一种函数形式的图形语言, 称为图形内部表示。另外, 3S 系统设计了一个中间语言(称为中间代码), 使得 SDL 到高级程序语言转换的中间增加了一个转换步骤。图形内部表示由图形编辑系统产生, 然后由转换子系统的第一部分进行处理。因此在考虑图形内部的表示形式时, 即要能反映出图形编辑器所给图形的物理特性, 又要方便图形编辑和转换的处理。经过比较之后, 3S 系统采用了函数表示形式, 把 SDL/GR 中的所有基本图形元素(如启动、状态、功能块、判断等, 共约 70 种)看成为不可分的图段, 用函数表示。

图形内部表示在绘图时产生, 它反映了图形的物理特性。从一张图可以得到该图的内部表示, 同样, 从一张图的内部表示也可以得到图。但是内部表示并不直观地说明这张图到底具有什么意义, 它只是在物理意义上反映出图的特性, 其逻辑意义隐含在物理特性中。

中间代码是在图形内部表示的基础上产生的, 它是对图形内部表示的进一步分析和转换。经过分析图形的内部表示得到逻辑特性, 使得中间代码可以说明一张图所具有的逻辑意义。由中间代码可以直接产生所要转换的各种语言, 而不用考虑它的物理含义(比如图形的位置、大小等)。

从图形内部表示到中间代码的转换实质上是从一个图形的物理特性推导出图形的逻辑特性, 也就是找出各个图段之间的关系。这个关系可以用一个有向图表示。3S 系统用的是一个单向的有向图, 即指出每个图段的后继。结合中间代码的类型和后继就可以清楚地表示一张图的逻辑意义。

2 实现

这里简要介绍 3S 系统的文本录入和编辑子系统、正确性检查子系统和翻译子系统的实现。

(1) 文本录入和编辑子系统

3S 系统把 SDL 的输入作为一个独立的子系统开发. SDL 语言有两种具体语法形式 SDL/PR 和 SDL/GR, 用 VMS 系统本身的编辑软件就可以编辑录入 SDL/PR 文本, 而 SDL/GR 则不行, 它要用到对图形的编辑功能. 3S 系统的图形编辑子系统可以编辑 SDL/GR 中的图形, 也可以编辑图形文本中的正文部分. 因此在 SDL 的输入部分, 可以用图形编辑系统编辑 SDL/GR, 用图形编辑系统或 VMS 的编辑软件编辑 SDL/PR.

3S 系统的图形编辑系统既具有一般图形编辑器的主要功能, 又针对 SDL/GR 具有其特性. 它要解决的问题主要是图形的输入、图形的编辑和图形的存储 3 部分.

这个 SDL 图形编辑系统针对 SDL 模版制导, 提供给用户友好界面的画图功能和图形文档的维护功能, 在不丢失和不破坏语言原来意义的情况下将图形文档变为图形内部表示存储.

系统进入编辑时, 屏幕分为几个窗口, 包括命令窗口、图元窗口、提示窗口和工作窗口. 在图元窗口中是 SDL/GR 的所有基本图元(约 70 个); 提示窗口中是显示系统运行时的监视信息, 在系统以命令方式工作时, 提示窗口又用作输入键盘命令; 命令窗口是用户使用鼠标选择的编辑命令, 包括: 绘制、拷贝、删除、移动、确定活动缓冲区、线段命令、文本命令、放大、缩小、移动视觉距离(ZOOM)、输出到绘图设备、替换及键盘命令等约 30 个基本命令. 选择键盘命令时, 用户就可以利用键盘操作编辑系统, 这样既方便用户使用, 又大大扩充了用户编辑命令. 最后提交给用户的系统提供了约六十条命令, 包括置描图背景色、置比例尺等. 用户工作时, 使用鼠标或键盘选择基本图元放到工作窗口中的适当位置, 并可用编辑命令(用鼠标选择或键盘输入)对它们进行放大、缩小、修改、删除等编辑操作, 完成文档的录入.

(2) 正确性检查子系统

SDL 文本的正确性有两部分含义, 即 SDL/GR 的正确性和 SDL/PR 的正确性. SDL/PR 提供了标准的 BNF 范式表示的语法规则, 可以进行完善的检查. 在 3S 系统中, 用户接口使用的是 SDL/GR, 即用户使用 SDL/GR 编制其所需要的流程, 然后, 由 3S 系统中的转换子系统转换为规范的 SDL/PR, 在转换过程中, 由该子系统保证 SDL/PR 的正确性(当然, 必须首先保证转换的基础 SDL/GR 及转换过程是正确的). 另一部分是对 SDL/GR 的检查.

SDL/GR 是 SDL 语言的图形表示, 它规定了所应遵循的语法和基本图元, 3S 系统的正确性检查子系统没有采用语法制导和编译的方法, 而是根据 SDL/GR 提供的规则和图元对用户所设计的各种图形做正确性检查. 这种检验是在 3S 系统的图形内部表示基础上进行的.

首先, 要确定是否出现了在 SDL/GR 中所不能出现的符号. SDL 的验证子系统是在图形内部表示的基础上进行的, 而图形内部表示是由图形编辑系统产生的. 在进行图形编制时, 由图形编辑器给出所能使用的全部基本图元, 而这些符号完全在 SDL/GR 所能允许的范围之内. 因此, 由 3S 系统的图形编辑子系统所编制出的 SDL/GR 图形, 不可能出现 SDL/GR 不允许的图元. 也就是说, 关于 SDL/GR 第一部分的正确性由 3S 系统的图形编辑器保证.

其次, 是要确定是否符合 SDL/GR 的绘图规则. 根据 SDL 文本所提供的资料, 分析出

几类必须遵循的规则,SDL'88 详细规定了 SDL/GR 八类图中各类图必须包括哪些图元,必须不包括哪些图元,哪些图元只能包含一个(如果有的话),哪些图元必须包含而且只包含唯一的一个;对一个特定的图元,其后必须连接哪些图元或一定不能连接哪些图元等等,形成检查规则,约 50 条.由正确性检查子系统对此规则进行对比分析,发现不正确的再对照错误码表得到错误号,做出标记,由显示子系统显示出错情况.

(3) 翻译子系统

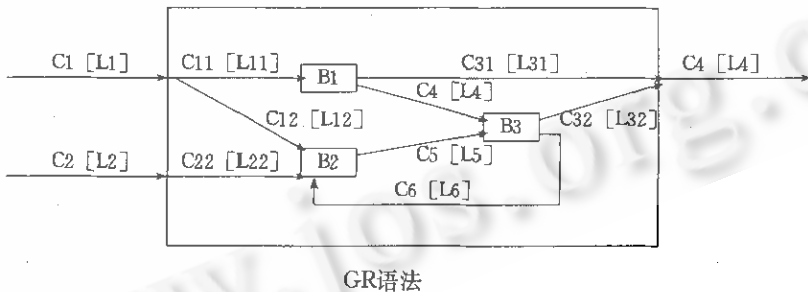
翻译子系统所转换的信息全部来自中间语言,中间语言描述的 SDL 文本表示了文本中各个部分之间的关系,而 SDL/GR 的各种图形符号和所带的信息(如系统名、块名、信道名等),每一个关键字所表示的语法都有一定的结构.翻译子系统的设计思想和目标,就是要把用 SDL/GR 描述的实例,从中间语言完整地转换成 SDL/PR 的描述.

针对 SDL/GR 的几类图描述的内容不同,在实现转换子系统时,把它们分成两部分处理,一部分是把功能块交互作用图和信道子结构图转换成对应的 SDL/PR 表示;另一部分是把进程图功能块树,进程树图转换成 SDL/PR.

这样划分的原因是由于功能块交互作用图和信道子结构图所等效对应的 SDL/PR 有比较固定的格式,并且类似语言中的说明部分;而进程图、功能块树图、进程树图类似语言中的流程图,所以针对几类语法图的不同特点分类转换,可以减少系统的复杂度,当然,程序量有所增加.

3 两个例子

例 1:功能块图



翻译结果:

```

BLOCK B;
  SUBSTRUCTURE;
  SUBBLOCKS: B1, B2, B3;
  SPLIT C1 INTO C11, C12;
  SPLIT C2 INTO C22;
  SPLIT C3 INTO C31, C32;
  CHANNEL C11 FROM ENV TO B1 WITH /* L11 */;
  CHANNEL C12 FROM ENV TO B2 WITH /* L12 */;
  CHANNEL C2 FROM ENV TO B2 WITH /* L2 */;
  CHANNEL C31 FROM B1 TO ENV WITH /* L31 */;
  CHANNEL C32 FROM B3 TO ENV WITH /* L32 */;

```

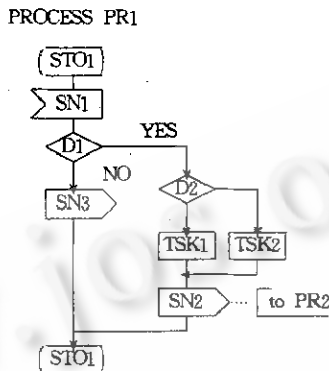
```

CHANNEL C4 FROM B1 TO B3 WITH /* L4 */ ;
CHANNEL C5 FROM B2 TO B3 WITH /* L5 */ ;
CHANNEL C6 FROM B3 TO B2 WITH /* L6 */ ;
ENDSUBSTRUCTURE;

```

ENDBLOCK B;

例 2: 进程图



翻译结果:

```

PROCESS PR1;
STATE ST01;
INPUT SN1;
DECISION D1;
    (NO); OUTPUT SN3;
    (YES); DECISION D2;
        (NO); TASK TSK1;
        (YES); TASK TSK2;
    ENDDECISION;
OUTPUT SN2 TO PR2;
ENDDECISION;
NEXTSTATE ST01;
ENDPROCESS PR1;

```

4 结 论

以 CCITT SDL'88 为标准, 我们实现了基于 GKS 的 SDL 支撑系统. 该系统包括 SDL 的图形方式 (SDL/GR) 文档录入和编辑、对录入的文档进行正确性检查和将 SDL/GR 文本翻译到文字短语方式表达的 SDL/PR 文本等几部分. 该系统已投入实际运行.

在此工作完成后, 我们将把重点放在从 SDL/PR 文本到几种高级语言 (如 C 语言) 的翻译上, 再扩充系统中的图元集, 就可形成一个通用的计算机图形输入直接得到高级语言的自动生成系统.

参 考 文 献

- 1 CCITT. 功能规格和描述语言 (SDL). 建议 Z. 100~Z. 104, 1984.
- 2 CCITT. 功能规格和描述语言 (SDL). 建议 Z. 100~Z. 104 的附件, 1984.

- 3 International Standard ISO 7942 (draft). Graphical Kernel Systems (GKS) Functional Description.
- 4 Second SDL Forum. Helsinki, 1985.
- 5 Third SDL Forum. Hague, 1987.
- 6 SOM—a SDL compatible specification and design methodology. 4th International Conf. on Software Eng. for Telecomm. Switching Systems, July 1981.
- 7 Code Generation from data flow diagram. International Workshop on Software Specification and Design (Cat No. 85CH21318-6) London Eng., Aug. 1985.

SDL SUPPORTING SYSTEM

Li Zhibin and Cao Dongqi

(Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract SDL (CCITT Functional Specification and Description Language) is designed mainly for telecommunication. According to the CCITT SDL'88 documentation, this paper designs and implements the SDL Supporting System (3S) based on Graphical Kernel System (GKS). The 3S can be used to edit SDL document in graphical representation (SDL/GR), then check the correctness of the document, and at last translate the graphical document into phase representation (SDL/PR). 3S made it possible to specify and describe user's requirement in graphical method and get the text result, or high level languages.

Key words SDL, GKS, functional specification and description, graphical document, text document, editor, software generation.