知识图谱

赵银亮

20260615

符号约定：

<mark><index><知识点>[<refer-to>]:() 相关知识点聚合；含相对于索引为<refer-to>的加项或和改项

<mark><index><知识点>[<refer-to>]:⟨⟩ 过程性子知识序列

<mark><index><知识点>[<refer-to>]:{} 子知识点集合

?expr 编译时求值

对左标记为 U 的不予考虑

$\Sigma\cup\{\varepsilon\}=\Sigma_{+\varepsilon}$

Base:(1 中心概念:(符号/$a\in\Sigma$:(a 的指代物/值是 $b\in\Sigma\Leftrightarrow a='b$ a 为字面常量 $\Leftrightarrow a='a$) 字母表/Σ:(有限集) 符号串/$w\in\Sigma^*$:($w=w[1]\cdots w[|w|]$ $\pi()$ $\tau()$ ε 运算:($\circ$ $\setminus^R$)) 语言/$L\subseteq\Sigma^*$:(运算:($\circ$ $\cup$ *)) 问题/$w\in L$?)

2TM:(状态集/Q:(有限集) Σ 栈符号集/Γ:(有限集) 转移函数/δ 初始状态/q_0 $\square$ 接受状态集/$F\subseteq Q$ 当前状态/$q\in Q$ 当前读入符号/$a\in\Sigma$ 输入串/$w\in\Sigma^*$ 已消耗串/$x\in\Sigma^*$ 剩余串/$y\in\Sigma^*$ UTM 状态转移表/Delta[] 状态转换图)

3Chomsky 体系:(形式文法:(V:(有限集) Σ $\mathcal{P}$ S RG:$\mathcal{P}\subseteq V\times(\Sigma_{+\varepsilon}\circ V)$ CFG:$\mathcal{P}\subseteq V\times(\Sigma\cup V)^*$ CSG:$\mathcal{P}\subseteq\{\langle\alpha A\beta,\ \alpha\gamma\beta\rangle \mid \alpha,\beta,\gamma\in(\Sigma\cup V)^*\}$) 形式语言:(RL:$\{w\in\Sigma^* \mid \tilde{\delta}(q_0,w)\in F\}$ CFL:$\{w\in\Sigma^* \mid S\Rightarrow^* w\}$ ᵁCSL ᵁL(TM))

4 编译过程:(词法分析[X]:(σ-DFA 词法单元 词法种属 词法记号) 语法分析:(LL 分析[L] LR 分析[R]) 语义分析[S]:(属性文法 SDT Visitor) 中间代码生成[S]:(QAST QTAC f@code f@label) 代码优化[O]:(控制流分析 数据流分析 寄存器分配 ᵁ…) 机器代码生成:(指令选择:(Q2ARM ᵁBURS) ᵁ…)

5 编译程序:(源程序 源语言:(QL 主文法 C ᵁPascal) 目标程序 目标语言:(ARM MIPS) 实现语言:(scanner() Parser SDT Visitor RTS/运行时 寄存器分配 ᵁ优化) 中间语言:(QTAC ᵁLLVM-IR:(alloca gep ϕ SSA 基本块))) 前端 后端)

6 文法[B3]:(主文法 QL 文法 ᵁC 文法 ᵁPascal 文法)

7 符号系统:(Lisp 表 属性表/健值表 全局名 命名惯例 ᵁ集合论与代数系统 ᵁ一阶谓词逻辑))

RL/Finite Automata:([1]识别器:(DFA[B2]:(υ:$Q\times\Sigma\to Q$ $\tilde{\upsilon}$:$Q\times\Sigma^*\to Q$) 完全形:υ=$Q\times\Sigma\times Q$ 最简形:$\exists q'\in Q\cdot\forall q\in Q\cdot \text{path}(q_0,q)\wedge\text{path}(q,q')$ 最小形:$\forall q_i,q_1,q_2\in Q\cdot q_1=q_2\vee(q_1,q_2$可区分) 陷阱状态:$\exists!q\in Q\cdot\forall q'\in F\cdot!\text{path}(q,q_1)$ NFA:(υ:$Q\times\Sigma_{+\varepsilon}$)$\to Q^*$ ε-闭包/ω:($q'\in\omega(q)\Leftrightarrow\tilde{\upsilon}(q,\varepsilon)=q'$ $\forall q'\in\omega(S)\cdot\exists q\in\omega(S)\cdot\Leftrightarrow\tilde{\upsilon}(q,\varepsilon)=q'$) ε-闭集 $\tilde{\upsilon}$:$Q\times\Sigma^*\to Q^*$ 活动状态集/T: $\exists w\in\Sigma^*\cdot(\forall q\in T\cdot\tilde{\upsilon}(q_0,w)=q\wedge\forall q\in Q\backslash T\cdot\tilde{\upsilon}(q_0,w)\neq q)$) RE[B1]:(原子:($a,\varepsilon,\emptyset$) 运算:($\circ,+,^*$) $R\longrightarrow\emptyset|\varepsilon|a|RR|R^*|R+R|(R)$ $L(\emptyset)=\emptyset$ $L(\varepsilon)=\{\varepsilon\}$ $L(a)=\{a\}$ $L(RR)=L(R)L(R)$ $L(R^*)=L(R)^*$ $L(R+R)=L(R)\cup L(R)$))))

[2]判定性质{$L(R)$[A12] L(DFA)=$\{w\in\Sigma\mid\tilde{\upsilon}(q_0,w)\in F\}$ L(NFA)=$\{w\in\Sigma\mid\tilde{\upsilon}(q_0,w)\cap F\neq\emptyset\}$)

[3]等价性质:(NFA~DFA:子集法 DFA~DFA:(完全形 最小化:(可区分状态 填表法 划分法)) RE~NFA[A12]:(g-NFA 状态约简规则 $\lambda(s)$ $\mu(s)$)

[4]封闭性:(泵引理 空性 成员性))

LEX/词法分析:([1]词法记号:(⟨词法种属, 词法单元⟩ 记号设计:(一符一种 全体一种 [U]名字表 [U]关键字表 [U]常量表 [U]去重串池))

[2]σ-DFA[121-2]:($\mathcal{L}$ $\mathbb{L}$ ψ 事实优先级，前缀最大化原则)

[3]扫描框架:(预处理:(有效串 #) 判定框架:(σ-DFA Delta[] Advance[] Accept[] Error[]) 附加处理:(缓冲区控制 超前搜索) 后处理:(关键字识别 词法单元存储[X11])

[4]扫描器[X3]:(scanner() 扫描器生成器:(描述文件)))

CFL:([1]识别器:([11]CFG[B3]:(候选式 A=head(⟨A,γ⟩) γ=body(⟨A,γ⟩) dom($\mathcal{P}$) ran($\mathcal{P}$) dom($\mathcal{P},A$)) [12]PDA[B2]:(Z_0 δ:$Q\times\Sigma_{+\varepsilon}\times(\Gamma\cup\{\varepsilon\})\to 2\text{^}(Q\times\Gamma^*)$) DPDA[C2]:($\delta$ 约束))

[2]判定性质:([21]推导[C11]:(直接推导/$\Rightarrow$ 推导/$\Rightarrow^*$ 句型/α:$S\Rightarrow^*\alpha\Rightarrow^*w$ 句子/w:$S\Rightarrow^*w$ $\Rightarrow_{\text{lm}}$左句型/$xA\beta$:$S\Rightarrow_{\text{lm}}{}^*xA\beta\Rightarrow_{\text{lm}}{}^*x\gamma\beta^*\Rightarrow_{\text{lm}}{}^*w$ $\Rightarrow_{\text{rm}}$右句型/规范句型/αAy：$S\Rightarrow_{\text{rm}}{}^*\alpha Ay\Rightarrow_{\text{rm}}{}^*\alpha\gamma y$ $^*\Rightarrow_{\text{rm}}{}^*w$)) [22]归约[C11]:($\Leftarrow$ $\Leftarrow^*$ 最左归约/$\Leftarrow_{\text{lm}}$ $\Leftarrow_{\text{lm}}{}^*$ 可归约串 确定性归约:(规范归约/$\vDash^*$ itemPDA itemDPDA:(LR(0)规范簇 SLR(1)分析表))) [23]语法树/(ST(w):(有根树 有序树 短语 直接短语 句柄 句柄剪枝) [24]移动[312]:(ID $\vdash$ $\vdash^*$ 若(p,α)$\in\delta(q,a,X)$则ID($q,ay,x\eta$)$\vdash$ID($p,y,\beta\eta$) PDA_N:($\{w\in\Sigma^*\mid\text{ID}(q_0,w,Z_0)\vdash^*\text{ID}(q,\varepsilon,\varepsilon),q\in Q\}$) PDA_F:($\{w\in\Sigma^*\mid\text{ID}(q_0,w,Z_0)\vdash^*\text{ID}(f,\varepsilon,\rho),f\in F\}$) [25]等价性质[31]:(CFG 化简:($g$ a ē ū) PDA_N~PDA_F[312，324] [U]PDA~CFG) [26]二义性:(二义文法:(优先级 结合性 悬空else) ā 固有二义语言))

LL(1)分析:([1]LL(1)文法[C11]:(r̄ c̄ FIRST(γ):$\{\pi(\xi,1)\in\Sigma_{+\varepsilon}\mid\gamma\Rightarrow^*\xi\}$ FOLLOW(A): SELECT(γ):$\varepsilon\in$FIRST(γ)?(FIRST(γ)\{ε})∪FOLLOW(A):FIRST(γ) 性质:($\forall(A,\gamma),(A,\eta)\in\mathcal{P}\cdot(\gamma=\eta\vee\text{SELECT}(\gamma)\cap\text{SELECT}(\eta)=\emptyset)$))

[2]LL(1)Parser:(LL(1)框架 递归下降分析程序 预测分析表))

SLR(1)分析:([1]最左归约:(SRF:$\varepsilon\cdot w\Leftarrow_{\text{lm}}{}^*$ ($\rho\cdot ay=\alpha\gamma\cdot ay?\Leftarrow_{\text{lm}}\alpha A\cdot ay:\Leftarrow_{\text{lm}}\rho a\cdot y)\Leftarrow_{\text{lm}}{}^*\varepsilon\cdot S$ 移进[R1]: $\rho\cdot ay\Leftarrow_{\text{lm}}\rho a\cdot y$ 归约[R1]: $\alpha\gamma\cdot ay\Leftarrow_{\text{lm}}\alpha A\cdot ay$ sr冲突 ss冲突 非确定性:$\rho=\alpha\gamma=\beta\eta\wedge\gamma\neq\eta$)

[2] 规范归约:(句柄/γ :$S\Rightarrow_{rm}^{*}\delta Ay\Rightarrow_{rm}\delta\gamma y\Rightarrow_{rm}^{*}w$　活前缀/$\pi(\delta\gamma)$:$S\Rightarrow_{rm}^{*}\delta Ay\Rightarrow_{rm}\delta\gamma y\Rightarrow_{rm}^{*}w$　有效项目　LR(0)规范簇[32])

[3]itemPDA/规范归约模拟器:(增广文法/$(V\cup\{S'\},\Sigma,\mathcal{P}',S')$[B31]:$(\mathcal{P}'=\mathcal{P}\cup(\langle S',\ S\rangle)$ s.t. $S'\notin V)$　文法项目集/itemset(G')　[33]itemNFA[F12]:(

$\langle$ itemset(G'), $V\cup\Sigma$, υ_N, (S',ε,S), $\{(A,\gamma,\varepsilon)\mid(A,\gamma)\in\mathcal{P}\}\rangle$

若$(A,\alpha a,\eta)\in$itemset(G') 则 $(A,\alpha a,\eta)\in\upsilon_N((A,\alpha,a\eta),a)$

若$(A,\alpha B,\eta)\in$itemset(G') 则 $(A,\alpha B,\eta)\in\upsilon_N((A,\alpha,B\eta),B)$

若$(A,\varepsilon,\gamma)\in$itemset($G'$) 则 $(A,\varepsilon,\gamma)\in\upsilon_N((B,\alpha,A\eta),\varepsilon))$

[34]itemDFA[F11](

DFA(2^itemset(G'), Σ, υ_D, $\omega(S',\varepsilon,S)$, $\mathcal{F}$)　$\upsilon_D=\{(q,a,p)\mid p=\cup q\in q\cdot\omega\upsilon_N(q,a)\}$　$\mathcal{F}=\{q\mid q\cap F\neq\emptyset\}$)

构造算法:(约束规则/G'直接构建:$(\omega(S',\varepsilon,S)\in Q$　若$q\in Q\wedge(p=\cup q\in q\cdot\omega\upsilon_N(q,a))\neq\emptyset$ 则 $q\in Q\wedge(q,a,p)\in\upsilon_D$　itemNFA 确定化)　最简形 DFA:(Q)　LR(0)规范簇:Q)

[4]SLR(1)分析器/itemDPDA:([41]LR(0)文法[B31R34]:$\forall q\in Q$ (q 没有 sr 冲突和 rr 冲突)　[42]SLR(1)文法[B31R34]: $\forall q\in Q$ (依据 a 可消解 q 的冲突)　[43]SLR(1)分析表[R34]:(

$\upsilon(m,a)=n\rightarrow$ ACTION$[m,a]=sn$

$(S',S,\varepsilon)\in m\rightarrow$ ACTION$[m,a]=$acc

$(A,B,\varepsilon)\in m\rightarrow$ ACTION$[m,A]=$r$k, A\neq S'$

$\upsilon(m,A)=n\rightarrow$ GOTO$[m,A]=n$)

[44] 额外冲突消解[C4]:(左结合:归约优先　右结合:移进优先　优先级:较高者的归约优先较低者的移进优先　悬空 else:移进优先)

[45]SLR(1)框架[R1R42]:(SRF:$\langle s\ \ \rho\rangle$

ACTION$[s[1],a]$:(sn:$\langle s=sn\ \ \rho=\rho a\rangle$　r$\langle A,\gamma\rangle$:$\langle\rho=\rho'\gamma\ \ s=s's''$ s.t. $|s''|=|\gamma|\ \ s=s'$GOTO$[s'[1],A]\ \rho=\rho'A\rangle$　acc:接受))　[U]LR(1)分析　[U]LALR 分析　[U]生成器)

SDT/语法制导翻译:([1]属性文法[B31]:$(\mathcal{E}[p,j]:\phi\cdot\text{args}=0,\text{args}\subseteq\{p[i]\mid i\in[0,|\text{body}(p)|]\}\times\mathcal{A}$　属性类:$(V\cup\Sigma)\times\mathcal{A}$　属性名:$\mathcal{A}$　属性方程: $\mathcal{E}[p,j]$　综合属性: $p[0].a$ 是因变量　继承属性:(因变量 $p[m].a, m\geqslant 1$　自变量 $p[i].b, i\leqslant m$)　属性求值　桩变量　S-属性文法　L-属性文法)

[2]分析框架[R45]:(SRF:$\langle s\ \ \rho\ \ \mathbb{A}\rangle$

r$\langle A,\gamma\rangle$:$\forall j\cdot$Eval$(\mathcal{E}[\langle A,\gamma\rangle,j]$　Eval()[S1]:$(\gamma[i].b=\mathbb{A}[i][b]\ \ A.b=\mathbb{A}[1][b])$

[3]LL(1)-SDT　[4]SLR(1)-SDT[S2R43]

[5] 符号表:(表头:(声明宿主　类型宽度　参数个数　参数表　返回类型　层数　代码)　登记项:(名　类型　类型特有域)　操作:(newtab()　bind()　lookup()　update[]))

[6]语义分析[S4]:($\check{D}$ 分析　$\acute{A}$ 分析　[U]类型检查)

[7]中间语言:(QTAC　四元式　QAST　[U]后缀式　[U]LLVM-IR)

[8] 中间代码生成[S4]:(生成 f@code:(生成 E.code:(E.place　E.offset　V.place　V.offset　V.name)　生成 S.code:($S\longrightarrow E$;　$S\longrightarrow$if$(B)S$ else S　$S\longrightarrow$while$(B)S$)　$S\longrightarrow$return E)　生成

B.code:(*B*.tc *B*.fc $B \longrightarrow E\boldsymbol{r}E \mid E \mid B\wedge B \mid B\vee B$) 生成 *R*.code:(*R*.place *R*.offset $R \longrightarrow E \mid d[] \mid \&d$)) 生成 *f*@label:(参数传递 栈帧 函数序言 尾声 调用序列 返回序列 访问链构建 DISPLAY 表 非局部名引用))

RTE/运行时环境:([1]内存映像:([11]活动树:(根:$\varepsilon()$ 父:caller($\check{R}$) 子:callee($\check{R}$)) [12]栈帧:(参数区:(caller-saves 参数单元区) 链接区:(alink clink/FP raddr/LR) 局部区:(callee-saves 形参名字区 局部名字区 临时变量区) [13]栈快照:(ε@frame callee($\check{R}$)@frame …) [14]内存快照:(代码区 静态区/全局数据区 堆区 栈区)

[2]参数传递机制:(形参:(简单变量 字面数组 字面函数 [U]数组 [U]函数签名) 实参:(表达式:($d[\check{E}]\mapsto E$ …) 数组实体:*d*[] 函数实体:&*d*) 传递方式:(传值:传送至形参名字单元中并与参数单元关联 传地址: 传送至参数单元中并与形参名字单元关联 [U]得结果 [U]传名))

[3]可执行代码雏形/*f*@label[812]:(

[31]调用序列/callseq(callee@label, FP):(参数传递:[SP=SP−?4*callee@argc; *M*[SP]=\ 构建访问链 带链跳转:BL/JAL 传送返回值:*v*=X0/$v0 释放参数区:SP=SP+4*(callee@argc+callee@level))

[32]返回序列:(传送返回值:[X0/$v0 = ?*E*.place] 转尾声:[GOTO callee@exit] RETURN *E*)

[33]序言:⟨Store callee-saves:[SP=SP-4; M[SP]=FP; FP=SP; SP=SP-4; M[SP]=LR/$ra]

传送参数单元至形参名字:([a_1=*M*[SP-12]; …; a_m=*M*[SP−(8+4*m)]] PAR a_i)

分配局部区:[SP=SP−?*f*@width]⟩

[34]尾声:⟨Restore callee-saves 释放局部区 返回:ret/JR$a⟩

[35]代码改写:(传值:(*D*⟶*Td*:[*M*[FP−?lookup(*x*,offset:)]] $E\longrightarrow d(\check{R})$:(?callseq(callee@label, FP) 返回值:[?*E*.place = X0/$v0]) $R\longrightarrow \&r\ A\longrightarrow Ts$(nil):?callseq(*s*[0], *s*[1]) $R\longrightarrow a[]\ A\longrightarrow Tb[]$:*M*[*b*])

传地址: (*D*⟶*Td*:[*M*[FP−?lookup(*x*,offset:)]] $E\longrightarrow d(\check{R})$:(?callseq(callee@label, FP) 返回值:[?*E*.place = X0/$v0]) $R\longrightarrow \&r\ A\longrightarrow Ts$(nil):?callseq(*s*[0], *s*[1]) $R\longrightarrow a[]\ A\longrightarrow Tb[]$:*M*[*b*]))

[4]非局部名寻址:(声明宿主 引用宿主 访问链 访问链优化 函数闭包)

[5]目标代码生成:(机器指令:(ARM64 MIPS) [52]指令选择:(指令模板:Q2ARM σ-DFA(QTAC)) [U]BURS) [53]栈帧优化:(显示表 [U]参数传递优化) [U]库:(堆区管理 预定义函数))

代码优化/Optimize:(控制流分析:(CFG 入口 出口 结构化块 succ(*i*) pred(*i*) path[*i*,*j*] path(*i*,*j*) *i* dom *j* dom(*i*) idom(*i*) Path[*i*,*j*]) 数据流分析:(gen[*i*] kill[*i*] def[*i*] use[*i*] in[*i*] out[*i*] Live-in[*i*] Live-out[*i*]) 寄存器分配:(web 极大 web 干涉图 着色算法 溢出 溢出代码改写))

先修知识:([R]离散数学 [R]数据结构 [R]程序设计 C [R]汇编语言:(MIPS ARM))