

情報とコンピュータ

静岡大学工学部
安藤和敏

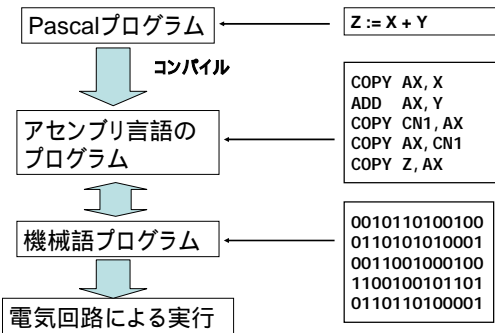
2006.01.16

10章 言語の翻訳

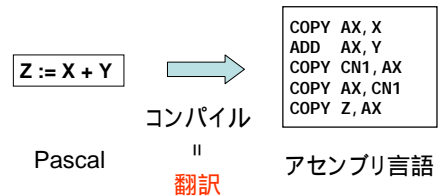
- 意味論

前回やった構文生成規則を元に, Pascalプログラムがどのようにアセンブリ言語に翻訳されるかを見る.

プログラムが実行されるまで



Pascalからアセンブリ言語への翻訳



文の解析

逆に, `X := (Y * X)` のような文が与えられたときに, 構文生成規則を逆に適用することによって, 文の**解析**ができる.

- `X := (Y * X)` (R1の逆を使う.)
- `<i>1 := (<i>2 * <i>1)` (R2の逆を使う.)
- `<i>1 := (<e>4 + <e>5)` (R5の逆を使う.)
- `<i>1 := <e>6` (R1の逆を使う.)
- `<s>7`

英文の構文解析の例題

I love you.

- I love you (E17の逆を使う.)
- <名詞>₁ I love <名詞>₂ (E18の逆を使う.)
- <名詞>₁ <動詞>₃ <名詞>₂ (E6の逆を使う.)
- <主語>₄ <動詞>₃ <名詞>₂ (E9の逆を使う.)
- <主語>₄ <動詞>₃ <目的語>₅ (E12の逆を使う.)
- <主語>₁ <述語>₆ <目的語>₅ (E3の逆を使う.)
- <文>₇

英文の構文解析の例題

I love you.

<文> ₁	(E3)
<主語> ₂ <述語> ₃ <目的語> ₄	(E12)
<主語> ₂ <動詞> ₅ <目的語> ₄	(E9)
<主語> ₂ <動詞> ₅ <名詞> ₆	(E6)
<名詞> ₇ <動詞> ₅ <名詞> ₆	(E18)
<名詞> ₇ I love <名詞> ₆	(E17を2回)
I love you	

意味論規則(1)

構文	E3: <文> ₁ → <主語> ₂ <述語> ₃ <目的語> ₄
意味	M(<主語> ₂)は M(<目的語> ₄)を M(<述語> ₃)
構文	E12: <述語> ₃ → <動詞> ₅
意味	M(<述語> ₃) = M(<動詞> ₅)
構文	E9: <目的語> ₄ → <名詞> ₆
意味	M(<目的語> ₄) = M(<名詞> ₆)
構文	E6: <主語> ₂ → <名詞> ₇
意味	M(<主語> ₂) = M(<名詞> ₇)

意味論規則(2)

構文 E18: <動詞>₅ → I love

意味 M(<動詞>₅) = 愛する

構文 E17: <名詞>₇ → I

意味 M(<名詞>₇) = 私

構文 E17: <名詞>₆ → you

意味 M(<名詞>₆) = あなた

意味論規則の適用

- (E3) M(<主語>₂)は M(<目的語>₄)を M(<述語>₃)
- (E12) M(<述語>₃) = M(<動詞>₅)
- (E9) M(<目的語>₄) = M(<名詞>₆)
- (E6) M(<主語>₂) = M(<名詞>₇)
- (E18) M(<動詞>₅) = 愛する
- (E17) M(<名詞>₇) = 私
- (E17) M(<名詞>₆) = あなた

M(<主語>₂)は M(<名詞>₇)を M(愛する)

例題(X := Yの翻訳)

導出	構文生成規則
<s> ₁	R3: <s> ₁ → <i> ₂ := <e> ₃
<i> ₂ := <e> ₃	R1: <i> ₂ → X
X := <e> ₃	R2: <e> ₃ → <i> ₄
X := <i> ₄	R1: <i> ₄ → Y
X := Y	

意味論規則(1)

構文 R1: <i>₂ → X

意味 M(<i>₂) = X

構文 R1: <i>₄ → Y

意味 M(<i>₄) = Y

構文 R2: <e>₃ → <i>₄

意味 M(<e>₃) = M(<i>₄)
code(<e>₃) = 空

意味論規則 (2)

構文 R3: $\langle s \rangle_1 \rightarrow \langle i \rangle_2 := \langle e \rangle_3$

意味 $code(\langle s \rangle_1) = code(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ M(\langle i \rangle_2), AX$

構文 R3: $\langle s \rangle_k \rightarrow \langle i \rangle_j := \langle e \rangle_i$

意味 $code(\langle s \rangle_k) = code(\langle e \rangle_i)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_i)$
 $COPY\ M(\langle i \rangle_j), AX$

意味論規則の適用

$code(\langle s \rangle_1) = code(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ M(\langle i \rangle_2), AX$

$M(\langle i \rangle_2) = X$

$M(\langle e \rangle_3) = M(\langle i \rangle_4)$
 $code(\langle e \rangle_3) = \text{空}$

$M(\langle i \rangle_4) = Y$

$code(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_3)$
 $COPY\ M(AX), AX$

意味論規則 (R1,R2,R3)

構文 R1: $\langle i \rangle_j \rightarrow abcde$

意味 $M(\langle i \rangle_j) = abcde$

構文 R2: $\langle e \rangle_i \rightarrow \langle i \rangle_j$

意味 $M(\langle e \rangle_i) = M(\langle i \rangle_j)$
 $code(\langle e \rangle_i) = \text{空}$

構文 R3: $\langle s \rangle_k \rightarrow \langle i \rangle_j := \langle e \rangle_i$

意味 $code(\langle s \rangle_k) = code(\langle e \rangle_i)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_i)$
 $COPY\ M(\langle i \rangle_j), AX$

意味論規則 (R4)

構文 R4: $\langle e \rangle_i \rightarrow (\langle e \rangle_j + \langle e \rangle_k)$

意味 $M(\langle e \rangle_i) = createname$
 $code(\langle e \rangle_i) = code(\langle e \rangle_j)$
 $code(\langle e \rangle_k)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_j)$
 $ADD\ AX, M(\langle e \rangle_k)$
 $COPY\ M(\langle e \rangle_i), AX$

createname

createnameは変数名を新しく作り出す。

$M(\langle e \rangle_7) = createname$
...

$M(\langle e \rangle_9) = createname$



$M(\langle e \rangle_7) = CN1$
...

$M(\langle e \rangle_9) = CN2$

意味論規則 (R5)

構文 R5: $\langle e \rangle_i \rightarrow (\langle e \rangle_j * \langle e \rangle_k)$

意味 $M(\langle e \rangle_i) = createname$
 $code(\langle e \rangle_i) = code(\langle e \rangle_j)$
 $code(\langle e \rangle_k)$
 $COPY\ AX, M(\langle e \rangle_j)$
 $MUL\ AX, M(\langle e \rangle_k)$
 $COPY\ M(\langle e \rangle_i), AX$

例題 ($Z := (X + Y)$ の翻訳)

導出 規則

$\langle s \rangle_1$	R3: $\langle s \rangle_1 \rightarrow \langle i \rangle_2 := \langle e \rangle_3$
$\langle i \rangle_2 := \langle e \rangle_3$	R1: $\langle i \rangle_2 \rightarrow Z$
$Z := \langle e \rangle_3$	R4: $\langle e \rangle_3 \rightarrow (\langle e \rangle_4 + \langle e \rangle_5)$
$Z := (\langle e \rangle_4 + \langle e \rangle_5)$	R2: $\langle e \rangle_4 \rightarrow \langle i \rangle_6$
$Z := (\langle i \rangle_6 + \langle e \rangle_5)$	R1: $\langle i \rangle_6 \rightarrow X$
$Z := (X + \langle e \rangle_5)$	R2: $\langle e \rangle_5 \rightarrow \langle i \rangle_7$
$Z := (X + \langle i \rangle_7)$	R1: $\langle i \rangle_7 \rightarrow Y$
$Z := (X + Y)$	

意味論規則の適用 (1)

構文 R3: $\langle s \rangle_1 \rightarrow \langle i \rangle_2 := \langle e \rangle_3$

意味 $\text{code}(\langle s \rangle_1) = \text{code}(\langle e \rangle_3)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_3$)
 COPY M($\langle i \rangle_2$), AX

$\text{code}(\langle s \rangle_1) = \text{code}(\langle e \rangle_3)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_3$)
 COPY M($\langle i \rangle_2$), AX

意味論規則の適用 (2)

構文 R1: $\langle i \rangle_2 \rightarrow Z$

意味 $M(\langle i \rangle_2) = Z$

$\text{code}(\langle e \rangle_3)$ = $\text{code}(\langle e \rangle_3)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_3$) COPY AX, M($\langle e \rangle_3$)
 COPY M($\langle i \rangle_2$), AX COPY Z, AX

意味論規則の適用 (3)

構文 R4: $\langle e \rangle_3 \rightarrow (\langle e \rangle_4 + \langle e \rangle_5)$

意味 $M(\langle e \rangle_3) = \text{createname}$
 $\text{code}(\langle e \rangle_3) = \text{code}(\langle e \rangle_4)$
 $\text{code}(\langle e \rangle_5)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_4$)
 ADD AX, M($\langle e \rangle_5$)
 COPY M($\langle e \rangle_3$), AX

$\text{code}(\langle e \rangle_3)$ = $\text{code}(\langle e \rangle_4)$
 $\text{code}(\langle e \rangle_5)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_4$)
 COPY AX, M($\langle e \rangle_3$) ADD AX, M($\langle e \rangle_5$)
 COPY Z, AX COPY CN1, AX
 COPY AX, CN1
 COPY Z, AX

意味論規則の適用 (4)

構文 R2: $\langle e \rangle_4 \rightarrow \langle i \rangle_6$

意味 $M(\langle e \rangle_4) = M(\langle i \rangle_6)$
 $\text{code}(\langle e \rangle_4) = \text{空}$

$\text{code}(\langle e \rangle_4)$ = $\text{code}(\langle e \rangle_5)$
 $\text{code}(\langle e \rangle_5)$
 COPY AX, M($\langle e \rangle_4$) COPY AX, M($\langle i \rangle_6$)
 ADD AX, M($\langle e \rangle_5$) ADD AX, M($\langle e \rangle_5$)
 COPY CN1, AX COPY CN1, AX
 COPY AX, CN1 COPY AX, CN1
 COPY Z, AX COPY Z, AX

意味論規則の適用 (5)

構文 R1: $\langle i \rangle_6 \rightarrow X$

意味 $M(\langle i \rangle_6) = X$

$\text{code}(\langle e \rangle_5)$ = $\text{code}(\langle e \rangle_5)$
 COPY AX, M($\langle i \rangle_6$) COPY AX, X
 ADD AX, M($\langle e \rangle_5$) ADD AX, M($\langle e \rangle_5$)
 COPY CN1, AX COPY CN1, AX
 COPY AX, CN1 COPY AX, CN1
 COPY Z, AX COPY Z, AX

意味論規則の適用(6)

構文 R2: $\langle e \rangle_5 \rightarrow \langle i \rangle_7$

意味 $M(\langle e \rangle_5) = M(\langle i \rangle_7)$
 $code(\langle e \rangle_5) = \text{空}$

code($\langle e \rangle_5$)	=	COPY AX, X
COPY AX, X		ADD AX, M($\langle i \rangle_7$)
ADD AX, M($\langle e \rangle_5$)		COPY CN1, AX
COPY CN1, AX		COPY AX, CN1
COPY AX, CN1		COPY Z, AX
COPY Z, AX		

意味論規則の適用(7)

構文 R1: $\langle i \rangle_7 \rightarrow Y$

意味 $M(\langle i \rangle_7) = Y$

COPY AX, X	=	COPY AX, X
ADD AX, M($\langle i \rangle_7$)		ADD AX, Y
COPY CN1, AX		COPY CN1, AX
COPY AX, CN1		COPY AX, CN1
COPY Z, AX		COPY Z, AX

宿題

テキスト p. 315 の練習問題1~4.