

実行過程

基本的な実行順序 - 深さ優先 (depth-first)

例 1

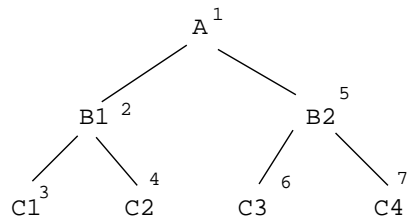
A :- B1, B2. % 確定節 (rule) B1 /\ B2 -> A の意味

B1 :- C1, C2.

B2 :- C3, C4.

% 単位節 (fact)

C1. C2. C3. C4.



後戻り (backtrack)

例 2

A :- B1, B2. % 確定節 (rule) B1 /\ B2 -> A の意味

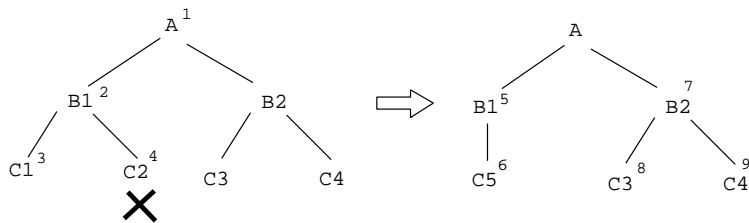
B1 :- C1, C2.

B1 :- C5.

B2 :- C3, C4.

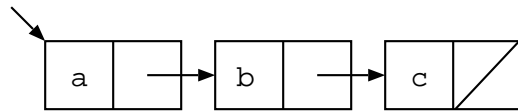
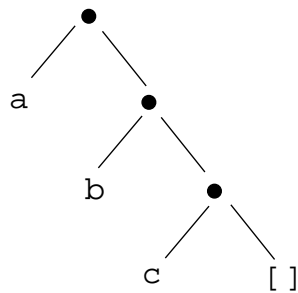
% 単位節 (fact)

C1. C3. C4. C5.



リスト構造

[a,b,c]



- リストは頭部 (head) と尾部 (tail) から成る .
- 尾部はまたリストである .
- リストの要素の数をリストの長さという .
- H を頭部 , T を尾部とするリストを [H|T] と表現する .
表記がまぎらわしいが , list(H,T) と書いてあるのと同じと思えばよい . 要はリストが 2 引数から構成されるデータ構造であり , H はリストの要素 , T はリストそのものになることを理解すること .

実行の結果行われる単一化 (unification)

```
?- [H|T]=[a,b,c].  
    H=a, T=[b,c]  
?- [H|T]=[c].  
    H=c, T=[]  
?- [H1,H2|T]=[a,b,c].  
    H1=a, H2=b, T=[c]
```

例 1 : メンバー (text p.69 参照)

```
member(X,[X|T]).  
member(X,[Y|T]) :- member(X,T).
```

例 2 : リストのコピー

```
copy_list([],[]).  
copy_list([X|X1],[X|Y1]) :- copy_list(X1,Y1)
```

例 3 : リストの接続 (text pp.69-70 conc と同じ)

```
append([],Y,Y).  
append([X|Xs],Y,[X|Zs]) :- append(Xs,Y,Zs).
```

練習問題

1. $L1, L2$ を要素がすべて整数であるようなリストとする。 $L2$ の各要素が $L1$ の各要素を 2 倍した値になっている関係を表す述語 $\text{double_num}(L1,L2)$ を定義せよ。たとえば $\text{double_num}([1,2,3],L)$ は $L=[2,4,6]$ となって成功する。
2. 要素がすべて整数であるようなリスト L の要素の和が S であるという関係を表す述語 $\text{sum_list}(L,S)$ を定義せよ。たとえば, $\text{sum_list}([1,2,3],S)$ は $S=6$ となって成功する。
3. リスト $L1$ の要素がすべて整数であるとする。 $L1$ の要素の中で偶数のみを取り出したリストが $L2$ であるような関係を表す述語 $\text{even_list}(L1,L2)$ のプログラムを作成せよ。組み込みオペレータ mod を使用してよい ($\text{mod}(N,M)$ は整数 N を M で割った余りを返す関数, text p.87 参照。) たとえば $\text{even_list}([3,5,4,10,8],L2)$ は $L2=[4,10,8]$ となって成功する (注意: 確定節を 1 つ増やすことで if-else に対応させられる。)

演習問題 (r3)

* のついている問題はオプションなのでできる者のみ解答せよ。

以下の問題において, リストの先頭は 0 番目ではなく 1 番目と数える。また, (5)(6) はリストを使用しない。最初に正しい解が得られればよく, 別解を求める必要はない。

- (1) リスト L の長さが N であるという関係を表す述語 $\text{list_length}(L,N)$ を定義せよ。たとえば, $\text{list_length}([a,b,c],N)$ は $N=3$ となって成功する。
- (2) リスト L の要素がすべて整数であるとする。 L の要素の中で偶数の個数が C 個であるという関係を表す述語 $\text{number_of_evens}(L,C)$ のプログラムを作成せよ。たとえば $\text{number_of_evens}([3,5,4,10,8],C)$ は $C=3$ となって成功する。
- (3) 名前のリスト L の要素の中で ann の個数が C 個であるという関係を表す述語 $\text{number_of_name}(L,C)$ のプログラムを作成せよ。たとえば $\text{number_of_name}([\text{ann},\text{bob},\text{cris},\text{ann}],C)$ は $C=2$ となって成功する。
- (4) 要素が正の整数であるリスト L に対して, L の要素で値が 10 以下であるものすべての和が S であるという関係を表す述語 $\text{sum_list_small}(L,S)$ のプログラムを作成せよ。たとえば $\text{sum_list_small}([15,2,9],X)$ を実行すると, $X=11$ となって成功する。
- (5) 図 3.1 は図 2.1 の有向グラフに, 各エッジの距離が付加されたものである。このグラフにおいて, 与えられた 2 点およびその間の距離の関係を表す述語 dist2 を再帰的に定義せよ。ただし, 2 点を入力, 距離を出力として正常動作すればよいものとする。(複数解が存在する場合, 全解が求められることを確認せよ。)

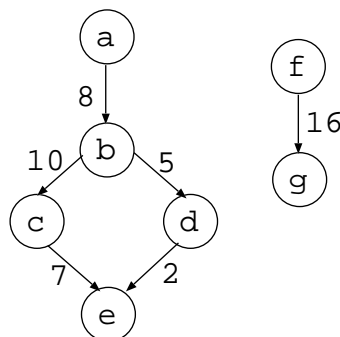


図 3.1

- (6)* $\text{exp}(N,M,X)$ を X が N の M 乗であるような関係を表すとするとき, exp を定義せよ. (ただし, N,M,X には 0 以上の自然数のみが入力されるのと考えてよい.) たとえば $\text{exp}(3,4,81)$ は成功し, $\text{exp}(3,4,X)$ は $X = 81$ を返す. また, 実行時には第 1, 第 2 引数には入力されるものとし, $\text{exp}(3,X,81)$, $\text{exp}(X,4,81)$ などは計算できなくてよい.
- (7)* 定数 A をリスト $L1$ の最後尾に挿入した結果がリスト $L2$ であるような $\text{insert_end}(L1,A,L2)$ のプログラムを作成せよ. たとえば, $\text{insert_end}([a,b],c,L2)$ は $L2=[a,b,c]$ となって成功する. (Hint: `copy_list` を参考にせよ.)
- (8)* リスト $L1$ がリスト $L2$ の先頭側サブリストかどうかを判定する述語 $\text{prefix}(L1,L2)$ のプログラムを作成せよ. (サブリストは空リストおよびそれ自身を含む.) たとえば, $\text{prefix}([a,b],[a,b,c,d])$ は成功する. $L1, L2$ にはリストしか入力されないと仮定してよい.
- (9) 練習問題 1 についてレポートせよ. 以下を記述すること. (i) プログラムの各節の論理的意味 (命題の形になっていること) (ii) $?- \text{double_num}([1,2,5],L)$. を実行したときの動作. トレースを貼り付けてはいけない! 「ゴール」「実行」「単一化 (ユニフィケーション)」という用語をすべて用いてどのゴールとどの節のヘッドが単一化されて変数がどう書き換わり, どのゴールが呼ばれるなどを段階的に記述すること.)