プログラミング言語論

第3回

状態モデルと命令型言語(2)

データ型

担当:犬塚

今日の講義

データ型に関する事柄を見る。

- 変数を確保する時期　静的／動的変数
- データ型
  - 基本データ型
  - ユーザ定義(構造)データ型
- データ型と集合の対応
- データ型と制御構造の対応
- 抽象データ型
- オブジェクト

変数領域を確保する時期

- コンパイルの際　static variable
  - 実行時間効率がよい。型検査が容易。
- 実行時、変数の宣言に出会ったとき
  stack-dynamic variable
  - 実行時ルーチンがスタック領域に変数を確保
  - 実行時でなければサイズなどが決定できない場合に有効。
  - メモリー効率を上げることができる。
- 実行時、その変数が必要になったとき
  heap-dynamic variable
  - cのmalloc命令等によって領域を確保して用いる。
  - 領域はヒープ領域から確保。不要な変数はfreeで解放。
  - 動的データ構造ではこの方法しかない。無名変数。

基本データ型
primitive data types

- 数値型 Numeric type
  - 整数型 integer type
    - サイズによってさらに型を持つ言語が多い。
      Java: byte, short, int, long.
  - 浮動小数点型 floating-point type
    - 通常、精度によって型がある。float, double
  - decimal (10進)型
    - 通貨計算など精度のよい計算を行うための型。COBOL, C#。
- 論理型 Boolean type
  - 真偽を表す型。ALGOL60。C等では特にこの型を持たず、数値型で真偽を表す。
- 文字型 Character type
  - 8bitのASCIIコード文字を表す→16 bit unicode。

文字列型

- 文字列型の扱いは、言語によっていろいろ。
- 主に次の2つの方針
  - 文字型の配列として文字列を扱う。
    - C, C＋＋, PASCAL
    - この場合は文字列を扱うための演算（連接、代入など）を自分で用意する。（PASCALのように、一部用意されている場合もある）
  - 文字列を扱うための特別な型を用意。
    - JAVA, C#, LISP
    - この場合は、文字列演算や関数が用意されている。
- 文字列の長さについての方針
  - 長さを最初に決めてその後は変えられない。 static
  - 予め宣言した長さまで、いくらでも変えられる。 limited-dynamic
  - 後からいくらでも長さを変えられる。 dynamic

ユーザ定義型 （構造データ型）

- 列挙型
- 部分範囲型
- 配列型
- レコード（構造体）型
- ユニオン（共有体）型
- 参照（ポインタ）型
- その他

列挙型、部分範囲型
enumeration types, subrange types

- 列挙型＝任意の名称の定数の有限集合の型

  type days=(Sun, Mon, Tue, Wed, Thu, Fri, Sat)
  - 列挙型は順序型の1つ。
  - 順序型は離散的かつ順序のある型：整数、論理、文字。浮動小数点数は離散的でないので順序型でない。

- 部分範囲型＝順序型において、その範囲の一部を指定する型

  type wdays=Mon..Fri;
  months=1..12;

配列型 array type（1）

- 同一のデータ型要素（要素型,element type）の集合体。
  添え字(subscripts,index) で各要素を指定。
- A[i] — 添え字の型（添え字型, subscript type）と
  要素の型（要素型, element type）で決まる。
- 添え字の指定でその変数領域を定数時間で参照できる。
- 配列変数は、添え字の範囲→要素型への写像とみなせる。（有限写像）

配列は次のバリエーションがある：

- 配列の大きさがコンパイル時に決めるか、実行時にきめるか。
- 記憶領域の割当てをコンパイル時に行うか、実行時に行うか。

配列型　array type（2）

正確には、3通りある。

- コンパイル時
- 実行中の宣言の解釈時
- プログラムの要求中。

- static array　コンパイル中に大きさ、領域とも固定。
- fixed stack-dynamic array　大きさは固定。領域は宣言解釈時。
- stack-dynamic array　大きさ、領域確保とも宣言の解釈時。
- fixed heap-dynamic array　大きさは固定。領域はプログラムで要求。
- heap-dynamic array　大きさは領域ともはプログラムで要求。

stack-dynamic →　i=10; int a[i]
heap-dynamic →　malloc をつかった確保。→freeで領域を解放。

配列に関する検討事項

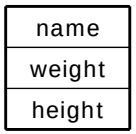
- 配列演算
  - 配列をまるごと演算できる言語もある。 APL
  - 配列をまるごと代入、足し算など。

レコード（構造体）型 record type

- 異なったデータ型を1つにまとめるデータ型。
  - record: COBOL, pascal,... struct: c、c++。

```
type medchk = record
    name : array[1..20] of char;
    weight : integer;
    height  : integer;
end;
var medrec1 : medchk
```

レコード型　フィールド名



- フィールドの参照。
  - フィールド of レコード型変数　height of medrec1
  - レコード型変数.フィールド　medrec1.height
- レコード型の演算　代入

ユニオン（共有体）型 union type

- 1つの変数に異なったデータ型の値を記憶できる型。

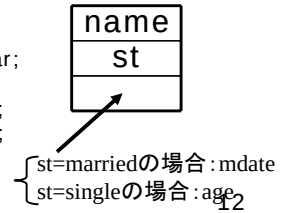
```
union {
    int  ival;
    float fval;
    char cval;
} a;
```

変数 a は int, float, char のいずれかの型の値をとる。

参照：　a.intval = 3

- どの型が実行時に入るかわからないので、型検査はしない。
- discriminant union＝型検査あり。ALGOL,PASCAL,Ada

```
type  status  = (married, single)
     paeson = record
                name   : array[1..20] of char;
                case st : status of
                   married : (mdate : date);
                   single   : (age ; integer);
              end
```



参照(ポインタ)型
reference type, pointer type

ポインタ　＝指し示す変数のデータ型
　　＋変数のアドレス情報または特別の場合の値(nil)

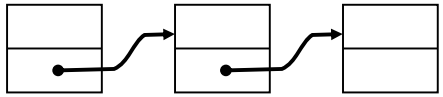
2つの働きがある:

- 間接的にデータを指し示す(間接アドレッシング)
- ヒープ領域に変数を確保したときのような無名変数(anonymous variable)を扱う。

- ポインタの型演算子:＊(c)、^(PASCAL)、access(Ada)
- ポインタは他のユーザ定義型のように構造を作らない。
- ポインタ型変数は値を保持するというより、値を保持する記憶領域の場所を保持する　＝参照型 reference type

ポインタ型と動的データ構造

- ポインタ型は動的データ構造生成のために用いられる。
  linked list, tree,...
- heap-dynamic variableとして動的に確保した無名変数を保持するために、ポインタを用いる。



ヒープ領域から確保した無名変数

- ポインタの代入の際、注意が必要:領域を解放してポインタだけ残った行先無しのポインタdangling pointerになる危険がある。

その他のデータ型

- 連想配列
- 集合型
- リストなどの特定用途の構造

- その他の特別な型
  - ファイル型、入出力ストリーム型
  - 通信ポートなど

データ型と集合演算

- データ型は変数の値の範囲(変域;range)を決めるもの。
- データ型とその型の変域である集合が対応。
  integer　⇔　整数の集合　等

- ユーザ定義の構造型は、集合演算に対応する。
  列挙型　⇔　有限集合の定義
  部分範囲型　⇔　部分集合
  レコード型　⇔　直積
  ユニオン型　⇔　和集合
  discriminant union ⇔ 直和
  集合型　⇔　べき集合
  配列　⇔　添え字型→要素型の関数の集合

データ型と制御構造

- さらに、制御構造ともある程度の対応がある。

  レコード型　⇔　逐次実行（合成）
  ユニオン型　⇔　非決定的分岐
  discriminant union ⇔ 条件分岐
  配列　⇔　ループ（一定回数の）
  動的配列　⇔　ループ（不定回数の）
  linked list　⇔　再帰（末尾再帰）

- 類推に過ぎないところがあるが、その型の変数の変域と、実行の実例の集合をある程度対応付けられる。

型検査　type check

つぎの場合、型の違反　type error となる。

- 異なった型の間の代入、
- 演算において許されない型の変数への適用、
- ユーザ定義の手続きにおいて、定義と異なる型の変数の受け渡し、

型検査のタイミング

- コンパイル時：静的型検査　static type checking
- 実行時：動的型検査　dynamic type checking

強く型付けられた言語
strongly typed languages

- 構造的プログラミングとともに提唱。

- 各変数、関数（その引数と返り値）等のすべてがコンパイル時に型をつけられている言語。
- もし型の違反があれば、かならず型検査で察知される。
- したがって、discriminant ではない共有体をもつ言語（c,FORTRAN等)は強く型付けられた言語でない。

型の整合性　type compatibility

- 型が一致する場合、その型の変数の間で代入を行うことができる。
- しかし、次の場合に、代入を禁止してよいかは、検討の余地がある。多くの言語では代入を許す。
  - 整数型の変数と、整数の部分範囲型の間。
  - 同じ型のフィールドをもつ別の型の構造体同士。
    たとえば、複素数と2次元座標。
  - integer A[0..10]の配列と、integer B[5..15]の配列。

型の自動変換 type conversion

- 型の合わない変数間で代入、演算をする場合に自動変換をすることがある。
  - １＋2．０　int型をfloatに自動変換して演算
  - X:＝1　　Xがreal型でも、1を自動変換する
- こうした自動変換は、強制変換 coercionという。
- 強制変換は便利であるが、型検査と逆行する。

☆レポート課題

- 代表的な命令型言語パラダイムのプログラミング言語について、データ型を調査してください。
- 2つ以上の言語で調査して比べて見なさい。

- 命令型言語
  - FORTRAN、COBOL、C、PASCAL、BASIC、Perl、 APL、Ada、Modula-2
  - Javaはオブジェクト指向言語ですので、今回は含めない。
- 基本型の種類
- ユーザ定義型の種類、その書き方
- その他の特徴、など

５月１０日の講義時提出