

O datových typech a jejich kontrole

Programovací techniky

doc. Ing. Jiří Rybicka Dr.
ústav informatiky
PEF MENDELU v Brně
`rybicka@mendelu.cz`

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Co to je

- Co to je
- Jaké jsou vlastnosti

- Co to je
- Jaké jsou vlastnosti
- Kdy ji potřebujeme a kdy ne

- Co to je
- Jaké jsou vlastnosti
- Kdy ji potřebujeme a kdy ne
- Jak ji ovlivnit – beztypové struktury

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Souvisí s pojmem kompatibilita typů, identita typů

- Souvisí s pojmem kompatibilita typů, identita typů
- Sémantická kontrola zjišťující shodu v rámci kompatibility

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Souvisí s pojmem kompatibilita typů, identita typů
- Sémantická kontrola zjišťující shodu v rámci kompatibility
- Okamžik přiřazení

- Souvisí s pojmem kompatibilita typů, identita typů
- Sémantická kontrola zjišťující shodu v rámci kompatibility
- Okamžik přiřazení
- Okamžik volání podprogramu, parametr odkazem

- Souvisí s pojmem kompatibilita typů, identita typů
- Sémantická kontrola zjišťující shodu v rámci kompatibility
- Okamžik přiřazení
- Okamžik volání podprogramu, parametr odkazem
- Vyčíslování výrazu

Jaké jsou vlastnosti

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- V každém jazyce implementována jinak

- V každém jazyce implementována jinak
- Striktní – je implementována všude (téměř)

- V každém jazyce implementována jinak
- Striktní – je implementována všude (téměř)
- Volná (žádná) – je implementována částečně

- V každém jazyce implementována jinak
- Striktní – je implementována všude (téměř)
- Volná (žádná) – je implementována částečně
- Primární vlastnost – ochrana před chybami

- V každém jazyce implementována jinak
- Striktní – je implementována všude (téměř)
- Volná (žádná) – je implementována částečně
- Primární vlastnost – ochrana před chybami
- Někdy komplikuje zápis textu programu

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka
- Ano: Jazyk pro výuku

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka
- Ano: Jazyk pro výuku
- Ano: Tvorba bezpečných aplikací

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka
- Ano: Jazyk pro výuku
- Ano: Tvorba bezpečných aplikací
- Ne: Zjednodušení zápisu programu

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka
- Ano: Jazyk pro výuku
- Ano: Tvorba bezpečných aplikací
- Ne: Zjednodušení zápisu programu
- Ne: Umožnění zápisu obecných struktur

Kdy ji potřebujeme a kdy ne

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Ano: Čistota jazyka
- Ano: Jazyk pro výuku
- Ano: Tvorba bezpečných aplikací
- Ne: Zjednodušení zápisu programu
- Ne: Umožnění zápisu obecných struktur
- Ne: Tlak praxe

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Volná kontrola se nedá zostřit

- Volná kontrola se nedá zostřit
- Striktní se dá uvolnit – obejít

- Volná kontrola se nedá zostřit
- Striktní se dá uvolnit – obejít
- Přetypování

- Volná kontrola se nedá zostřit
- Striktní se dá uvolnit – obejít
- Přetypování
- Použití konverzních podprogramů

- Volná kontrola se nedá zostřit
- Striktní se dá uvolnit – obejít
- Přetypování
- Použití konverzních podprogramů
- Použití beztypových struktur

- Volná kontrola se nedá zostřit
- Striktní se dá uvolnit – obejít
- Přetypování
- Použití konverzních podprogramů
- Použití beztypových struktur
- Přetěžování operací

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Změna datového typu, přepoččet hodnoty v paměti

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Změna datového typu, přepoččet hodnoty v paměti
- Příklady explicitní konverze: Str, Val

- Změna datového typu, přepočítání hodnoty v paměti
- Příklady explicitní konverze: `Str`, `Val`
- Příklady implicitní konverze:
 - `R:=B;` – konverze celočíselné hodnoty na reálnou
 - `read(S);` – konverze posloupnosti znaků na řetězec
 - `write(R)` – konverze reálné hodnoty na posloupnost znaků

- Změna datového typu, přepočítání hodnoty v paměti
- Příklady explicitní konverze: `Str`, `Val`
- Příklady implicitní konverze:
 - `R:=B;` – konverze celočíselné hodnoty na reálnou
 - `read(S);` – konverze posloupnosti znaků na řetězec
 - `write(R)` – konverze reálné hodnoty na posloupnost znaků
- Uživatelské konverze – vždy s tvorbou uživatelských typů

- Změna datového typu, přepočítání hodnoty v paměti
- Příklady explicitní konverze: `Str`, `Val`
- Příklady implicitní konverze:
 - `R:=B;` – konverze celočíselné hodnoty na reálnou
 - `read(S);` – konverze posloupnosti znaků na řetězec
 - `write(R)` – konverze reálné hodnoty na posloupnost znaků
- Uživatelské konverze – vždy s tvorbou uživatelských typů
- Příklad: textová reprezentace hodnot výčetových typů

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Změna datového typu BEZ přepočtu hodnoty v paměti

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Změna datového typu BEZ přepočtu hodnoty v paměti
- Podmínka: oba typy musí zabírat v paměti stejně velký prostor

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

- Změna datového typu BEZ přepočtu hodnoty v paměti
- Podmínka: oba typy musí zabírat v paměti stejně velký prostor
- Identifikátor typu je zároveň v roli přetypovací funkce

- Změna datového typu BEZ přepočtu hodnoty v paměti
- Podmínka: oba typy musí zabírat v paměti stejně velký prostor
- Identifikátor typu je zároveň v roli přetypovací funkce
- Příklad:

```
type mnozina = set of 0..31;
var L: longint;
    i: byte;
begin readln(L);
      for i:=0 to 31 do
        if i in mnozina(L) then write('1')
        else write('0');
      end.
```

- Změna datového typu BEZ přepočtu hodnoty v paměti
- Podmínka: oba typy musí zabírat v paměti stejně velký prostor
- Identifikátor typu je zároveň v roli přetypovací funkce
- Příklad:

```
type mnozina = set of 0..31;
var L: longint;
    i: byte;
begin readln(L);
      for i:=0 to 31 do
        if i in mnozina(L) then write('1')
        else write('0');
      end.
```

- Nekontroluje se, zda hodnota v paměti odpovídá povolené hodnotě cílového typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Variantní záznam

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Variantní záznam
- Obecný ukazatel

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Variantní záznam
- Obecný ukazatel
- Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Schéma záznamu je rozšířeno:

```
record
```

```
    A: byte;                                {pevná složka}
```

```
    case B: Boolean of                    {rozlišovací složka}
```

```
        false: (L: longint); {variantní složky}
```

```
        true: (M: mnozina)
```

```
end;
```

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Schéma záznamu je rozšířeno:

```
record
```

```
    A: byte;                                {pevná složka}
```

```
    case B: Boolean of {rozlišovací složka}
```

```
        false: (L: longint); {variantní složky}
```

```
        true: (M: mnozina)
```

```
    end;
```

- Původní účel: úspora paměti

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Schéma záznamu je rozšířeno:

```
record
```

```
    A: byte;                                {pevná složka}
```

```
    case B: Boolean of {rozlišovací složka}
```

```
        false: (L: longint); {variantní složky}
```

```
        true: (M: mnozina)
```

```
    end;
```

- Původní účel: úspora paměti
- Původní implementace: rozlišovací složka určuje viditelnost variantních složek

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Schéma záznamu je rozšířeno:

```
record
```

```
    A: byte;                                {pevná složka}
```

```
    case B: Boolean of {rozlišovací složka}
```

```
        false: (L: longint); {variantní složky}
```

```
        true: (M: mnozina)
```

```
end;
```

- Původní účel: úspora paměti
- Původní implementace: rozlišovací složka určuje viditelnost variantních složek
- Novější implementace: Rozlišovací složka nemusí mít identifikátor, kontrola viditelnosti se neprovádí

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Příklad využití variantního záznamu bez rozlišovací složky:

```
type zaznam = record
  case boolean of
    false: (L: longint);
    true: (M: mnozina)
    {definice typu mnozina je stejná}
end;
var Z: zaznam;
begin readln(Z.L);
  for I:=0 to 31 do
    if I in Z.M then write('1')
      else write('0')
  end.
```

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`
- Manipulace s obecným ukazatelem: Vždy je potřebné dodat překladači informaci související s datovým typem

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`
- Manipulace s obecným ukazatelem: Vždy je potřebné dodat překladači informaci související s datovým typem
- Alokace paměti: `GetMem(P, N)` – dodána informace o velikosti dynamické proměnné

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`
- Manipulace s obecným ukazatelem: Vždy je potřebné dodat překladači informaci související s datovým typem
- Alokace paměti: `GetMem(P, N)` – dodána informace o velikosti dynamické proměnné
- Dealokace paměti: `FreeMem(P, N)` – jako u alokace, pozor na stejnou velikost uvolňované paměti

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`
- Manipulace s obecným ukazatelem: Vždy je potřebné dodat překladači informaci související s datovým typem
- Alokace paměti: `GetMem(P, N)` – dodána informace o velikosti dynamické proměnné
- Dealokace paměti: `FreeMem(P, N)` – jako u alokace, pozor na stejnou velikost uvolňované paměti
- Práce s dynamickou proměnnou: VŽDY je potřebné přetypování.

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- (podrobněji ukazatele v další přednášce)
- Deklarace standardním identifikátorem `pointer`
- Manipulace s obecným ukazatelem: Vždy je potřebné dodat překladači informaci související s datovým typem
- Alokace paměti: `GetMem(P, N)` – dodána informace o velikosti dynamické proměnné
- Dealokace paměti: `FreeMem(P, N)` – jako u alokace, pozor na stejnou velikost uvolňované paměti
- Práce s dynamickou proměnnou: VŽDY je potřebné přetypování.
- Příklad:

```
var P: pointer;  
begin GetMem(P, SizeOf(real));  
       readln(real(P^));  
       ...
```

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Příklad ukládání řetězce na minimálním paměťovém prostoru:

```
var P: pointer;  
    S: string;  
begin readln(S); {běžné přečtení}  
      GetMem(P, Length(S)+1);  
      {přesná alokace podle dat}  
      string(P^):=S;  
      {přiřazení do získaného prostoru}  
      ...
```

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Netextový soubor, vyjadřuje obecný pohled na soubor jako na posloupnost nespecifikovaných bytů

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Netextový soubor, vyjadřuje obecný pohled na soubor jako na posloupnost nespecifikovaných bytů
- Soubor s udaným typem nese informaci o velikosti a typu složky, ve všech operacích se tato informace využívá

- Netextový soubor, vyjadřuje obecný pohled na soubor jako na posloupnost nespecifikovaných bytů
- Soubor s udaným typem nese informaci o velikosti a typu složky, ve všech operacích se tato informace využívá
- Příklad manipulace s běžným netextovým souborem:

```
var F: file of char;  
    B: string;  
begin assign(F, 'neco.txt');  
      reset(F); read(F, B[4]); close(F);  
      reset(F); seek(F, 6); write(F, B[5]);  
      rewrite(F); write(...);  
      seek(F, 1); read(F, ...)
```

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Soubor bez udaného typu – deklarace:

```
| var F: file;
```

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Soubor bez udaného typu – deklarace:
| `var F: file;`
- Ve všech operacích se dodávají informace související s požadovaným typem:

- Soubor bez udaného typu – deklarace:

```
| var F: file;
```

- Ve všech operacích se dodávají informace související s požadovaným typem:
- Příklady: `assign(F, 'bin.bin');`
`reset(F, 1);` – dodána informace o velikosti složky
`blockread(F, V, 200, N);` – dodána informace o počtu složek, není prováděna typová kontrola
`rewrite(F, N);` – analogie operace `reset`
`blockwrite(F, V, 100);` – analogie operace `blockread`
`seek(F, 10);` – odvolání na číslo bloku, číslování v souboru je od nuly

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Příklady manipulací:

```
var G: file;  
begin assign(G, ....);  
      reset(G, 1);  
      seek(G, 10);  
      reset(G, 2);  
      seek(G, 10);
```

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Příklady manipulací:

```
var G: file;  
begin assign(G, ....);  
      reset(G, 1);  
      seek(G, 10);  
      reset(G, 2);  
      seek(G, 10);
```

- Aplikace – drtivá většina netextových souborů v praxi

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

- Příklady manipulací:

```
var G: file;  
begin assign(G, ....);  
      reset(G, 1);  
      seek(G, 10);  
      reset(G, 2);  
      seek(G, 10);
```

- Aplikace – drtivá většina netextových souborů v praxi
- Příklad „databázového“ souboru:

```
var DB: file;  
      nazev: string[8];  
      delka: byte;  
      pocet: byte;
```

Typová kontrola

Konverze
a přetypování

Jak obejít typovou
kontrolu

Beztypové struktury

Variantní záznam

Obecný ukazatel

Soubor bez udání typu

```
begin assign(DB,'data.db');  
      rewrite(DB,1);  
      pocet:=0; blockwrite(DB,Pocet,1);  
      while not eof do begin  
          inc(pocet);  
          readln(nazev,delka);  
          blockwrite(DB,nazev[1],8);  
          blockwrite(DB,delka,1);  
      end;  
      seek(DB,1);  
      blockwrite(DB,pocet,1);  
  
      ...  
      close(DB);  
  
end.
```