Podstawy Programowania

Wykład XII

Języki programowania

Robert Muszyński
Katedra Cybernetyki i Robotyki, PWr

Zagadnienia: generacje języków progamowania, kod maszynowy, asembler, drzewo genealogiczne języków wysokiego poziomu, języki: imperatywne, aplikatywne, deklaratywne, symboliczne, obiektowe; środowiska programistyczne, języki idealnie nieproceduralne, generatory aplikacji, inteligentne systemy wiedzy.

Copyright © 2007–2024 Robert Muszyński

Niniejszy dokument zawiera materiały do wykładu na temat podstaw programowania w językach wysokiego poziomu. Jest on udostępniony pod warunkiem wykorzystania wyłącznie do własnych, prywatnych potrzeb i może być kopiowany wyłącznie w całości, razem ze stroną tytułową.

– Skład FoilTEX –

Generacje języków programowania

- Pierwsza generacja — kod maszynowy
- Druga generacja — asemblery
- Trzecia generacja — języki wysokiego poziomu
  - ⋆ języki imperatywne (proceduralne)
  - ⋆ języki aplikatywne (funkcjonalne)
  - ⋆ języki deklaratywne (regułowe)
  - ⋆ języki symboliczne
  - ⋆ języki obiektowe

;-) Generacja trzy i pół — środowiska programistyczne

- Czwarta generacja — języki idealnie nieproceduralne, generatory aplikacji
- Piąta generacja — inteligentne systemy wiedzy

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Przykłady języków wysokiego poziomu

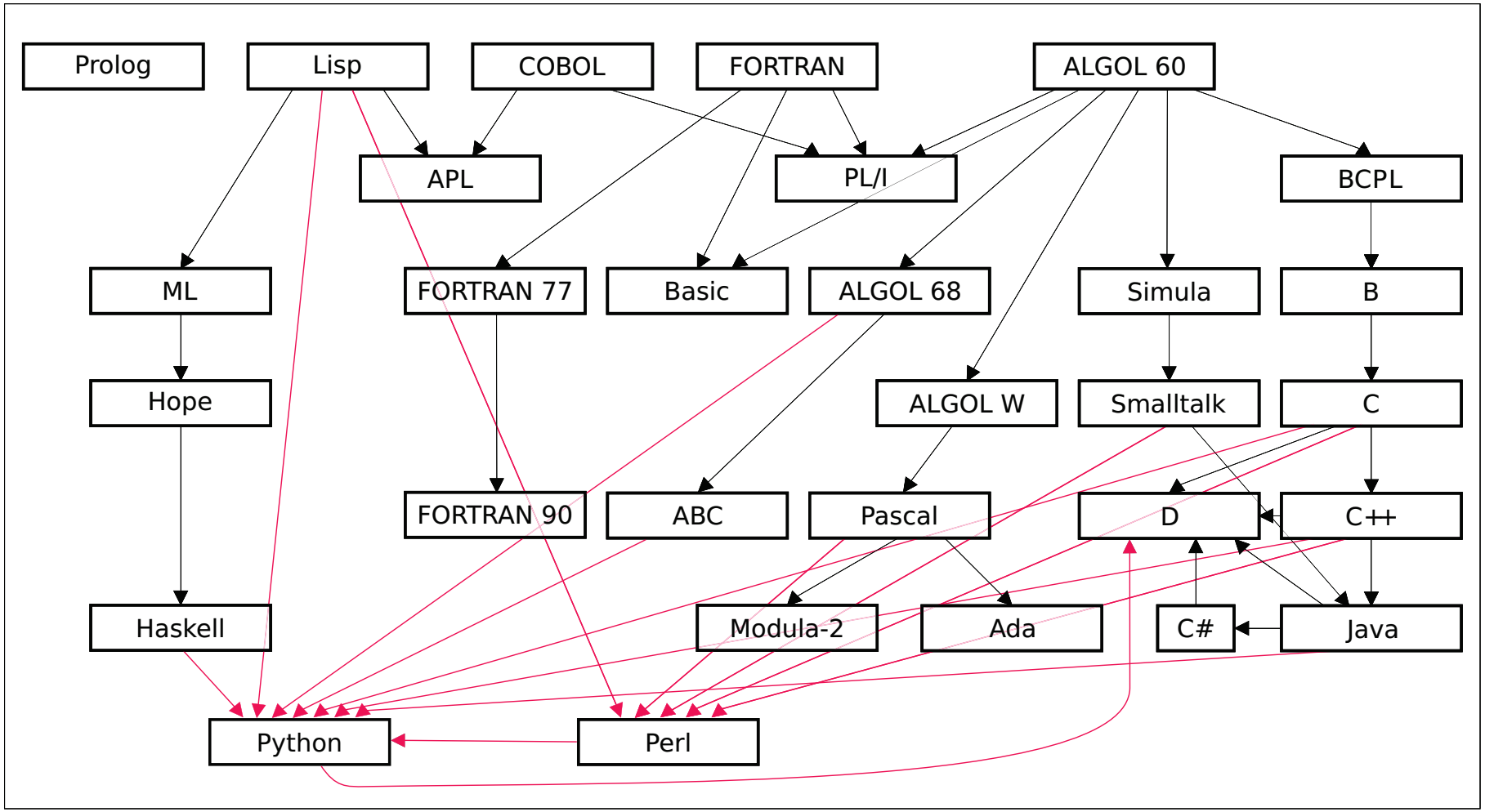
- ⋆ języki imperatywne (proceduralne) — `Fortran, ALGOL, COBOL, C`
- ⋆ języki aplikatywne (funkcjonalne) — `Lisp, Scheme, Haskel`
- ⋆ języki deklaratywne (regułowe) — `Prolog, CLIPS, SQL`
- ⋆ języki symboliczne — `Lisp, Prolog, Mathematica, Maple`
- ⋆ języki obiektowe — `Smalltalk, Ada95, Lisp, C++, C#, Java`

Środowisko programistyczne

Język programowania wysokiego poziomu + wbudowane funkcje dla systemów informacyjnych (obsługa ekranu, bazy danych itp.) + interfejs graficzny — `buildery i wizardy`

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Drzewo genealogiczne języków wysokiego poziomu (domniemane)



© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Co więc wybrać

Wyjątki z listy 50 najbardziej popularnych języków programowania (www.tiobe.com/tiobe-index/):

15 Asembler (1949) (był 9, 16, 8)

12 Fortran (1957)

42 Lisp (1958)

~~14~~ BASIC (1964) (Visual Basic .NET (2001) 8 miejsce)

28 Prolog (1972)

2 C (1972) (11,44% rynku, spadek 4,81%, było 16% rynku, przyrost 3,82%)

3 C++ (1985) (9,96% rynku, spadek 2,95%, było 13% rynku, przyrost 4,62%)

30 Perl (1987)

1 Python (1990) (13,97% rynku, spadek 2,39%, było 16% rynku, przyrost 2,78%)

4 Java (1995) (7,87% rynku, spadek 4,34%, (było 12% rynku, przyrost 1,55% w 2020 miejsce 1: 15%, przyrost 0,88%)

Wniosek:

Nowe języki powstają ustawicznie i koegzystują ze starszymi

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Jak wybrać

Obserwacja:

Typowy programista, inżynier oprogramowania (architekt:) z kilkuletnim doświadczeniem programuje w kilkunastu językach

Zamiast pytać:

Jaki język programowania jest obecnie najpopularniejszy?

warto zapytać:

Który język programowania jest obecnie niedoceniany i pozwala robić rzeczy, których inni programiści nie są w stanie zrobić, tym samym dając mi unikalne umiejętności?

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Popularne kryteria wyboru języka programowania do nauki:

- Wysokość uposażenia
- Popularność – ogrom różnorodnych ofert pracy
- Wzrostowa tendencja popularności
- Łatwość nauczenia, komfort pracy

Języki, które „dobrze rokują”:

- Rust (rekomendacja AiR!)
- TypeScript (nadzbiór JavaScript)
- Python ($\geq$3.0)
- Swift (iOS)
- Kotlin (Android)
- Go (Golang – by Google)
- R (danologia – data science)
- Dart (w SDK Flutter, aplikacje mobilne)
- Julia (obliczenia naukowe)
- Zig??? (następca C)
- plus biblioteki!

Warto zapamiętać także, że:

Tworzone aplikacje działają w jakimś środowisku sprzętowym, zazwyczaj pod nadzorem jakiegoś systemu operacyjnego, więc…

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Rust, czyli co?

- 2006 projekt, 2009 opieka Mozilli,
  2011 „samokompilacja”, 2012 wersja alfa, 2015 wersja 1.0,
  2021 Fundacja Rust (Mozilla, AWS, Google, Microsoft, Huawei), przyjęty przez Amazon, Discord, Dropbox, Meta
- Nacisk na bezpieczeństwo
- Dobrze zoptymalizowany kod wynikowy
- Start dużo łatwiejszy niż w C++
- Czytelność komunikatów o błędach
- Duża szansa działania według założeń przy „warunkach brzegowych”
- Pierwszy język inny niż C i asembler wspierany w rozwoju jądra Linuksa
- Wycieki pamięci wyeliminowane z definicji
- Także wyścigi w programach wielowątkowych
- Świetne „oprzyrządowanie” (builder, menedżer pakietów/projeków)
- Krytyka za blok `unsafe`

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Popularność języków według dziedzin

- Oprogramowanie niskiego poziomu, sprzętowe, jądro systemu: **C, asembler, Rust**
- Systemy wbudowane: **C/C++, Embedded C, Python, Java, Ada, asembler, Rust, Lua, Verilog**
- Automatyka przemysłowa: **PLC Ladder, STL, SCL** (Siemens, Allen-Bradley, Mitsubishi Electric, Beckhoff)**, SCADA, DCS** $\longrightarrow$ **Industrial IoT** (**Python, Java, C/C++** z protokołami komunikacji), **MATLAB, LabVIEW** (język **G**)
- Robotyka: **C/C++, Python, Java, C#, Matlab, asembler, HDLs** (FPGA)**, Lisp, Rust**, języki programowania robotów: **RAPID** (ABB)**, KRL** (Kuka)**, Karel** (Fanuc)**, AS** (Kawasaki)**, INFORM** (Yaskawa)**, VAL3** (Staubli)**, URScript** (Universal Robots)
- Aplikacje www: **JavaScript**, **TypeScript**, **Elm**, **Scala**, **Python**, **C#**, **PHP**, **Go**, **Ruby**, **Dart**, **Flutter**, **Rust**, **Cordova**, **Svelte**
- Aplikacje mobilne: **HTML, Swift, Kotlin, C/C++, C#, Java, JavaScript, Phyton, Dart, Ruby, Rust**
- Gry: **C/C++, Java, C#, Unity, TypeScript, Visual Basic/.NET, Rust, Swift, Lua, Python, Lisp, Perl, Smalltalk**
- Chmury obliczeniowe: **SQL, XML, Python, R, Clojure, Haskell, Scala, OCaml, JavaScript, F#, Common Lisp, Scheme**
- Uczenie maszynowe: **Python, R, Julia, Java, Lisp, JavaScript, C++**
- Blockchain: **C++, Java, Python, Simplicity, Solidity, Serpent, LLL**
- Roboty Boston Dynamics: **C, C++, Python z ROSem**
- Robot Sophia:**Java, C#, C++, OSGi, CogChar, Prolog, AIML, ChatScript, SingularityNET**

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Biblioteki, zestawy narzędzi (SDK/API), środowiska (IDE), platformy (frameworks), „buildery” i inne „ekosystemy”

- Systemy wbudowane: **STL, ETL, CMSIS, HAL libs., Unity, FreeRTOS, PlatformIO, Zephyr, Mbed, LVGL, Qt For MCU, Slint, Embassy, Android, Java Embedded Framework**
- Robotyka: **ROS (Robotic Op. Syst.), ROS Industrial, ACADO Toolkit, Robotic Systems Toolbox, Robotics Toolbox for MATLAB, SUNDIALS, NVIDIA Isaac SIM, Gazebo, RoboDK, Webots, Unity, AWS RoboMaker, v-rep, Microsoft Robotics Developer Studio, LabVIEW Robotics Module, ROS-Based Tools like RViz, ROS-Mobile, MoveIt Studio**
- Aplikacje www: **FastAPI, GraphQL, .Net, Node.js, Express, Next.js, Nuxt.js, React.js, Angular, Prisma, Laravel, Symfony, WordPress, Redis, RabbitMQ, Apache kafka**
- Interfejs użytkownika (HMI): **Unreal Engine, Unity, Qt, Kanzi, Android Automotive, QNX**
- Gry: **SDL, SFML, Allegro, AllegroGL, CanLib, Crystal Space**
- Python: **Django, Web2Py, Flask, Bottle, CherryPy, FastAPI, Pyramid, Tornado, PyQt, Tkinter, Kivy, PySide, PySimpleGUI, scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, Keras, NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, Pytest, Unittest, nose2, asyncio, Aiohttp**
- JavaScript: **jQuery**, **React**, **AngularJS**, **Bootstrap**, **Aurelia**, **Mocha**, **Gatsby**
- Ruby: **Ruby on Rails, Sinatra, Hanami, Django**
- Narz. do aut. zarz. proc. komp. programu: **GNU make, CMake, nmake (Windows), MPW Make (macOS), Bazel, Meson, Maven, Rust Cargo, Ninja**
- kontenery: **Docker, Kubernetes**
- I jeszcze skrypty / mini narzędzia :)

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

W podsumowaniu

- Co bym wybrał, gdybym zaczynał jeszcze raz?
  - ⋆ C++: – niewiele wybacza, ale przez to bardzo dużo uczy
    – samo mięsko, samo gęste (ale z wielkimi możliwościami wiąże się wielka odpowiedzialność)
  - ⋆ Świeżym studentom AiRu najbardziej polecałbym Rusta, potem Pythona
  - ⋆ Python to super język-klej z automagicznie generującą się dokumentacją
  - ⋆ Javascript/Typescript – prędzej czy później warto się zapoznać
  - ⋆ No i jeszcze skrypty / mini narzędzia, w bashu lub Pythonie (takie trytytki)
  - ⋆ No i polecam też jak najprędzej przyswoić sobie Dockera
  - ⋆ No i nauczyć się pisać na klawiaturze bez patrzenia na nią
  - ⋆ Tak czy inaczej warto być miłym :)
- Jak wyglądają trendy i rynek pracy?
  - ⋆ Coroczna ankieta Stack Overflow
  - ⋆ Raport Just Join IT
  - ⋆ Oferty pracy Just Join IT

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Kod maszynowy i asemblery

Dodanie dwóch liczb na MC68HC705J1A (Motorola, 8-bitowy)

Kod maszynowy

```
Komorka Pamieci   Zawartosc
           0300   A6
           0301   02
           0302   AB
           0303   02
           0304   CC
           0305   03
           0306   04
           07FE   03
           07FF   00
```

Asembler

```
        org  $0300
DODAJ   lda  #2     ;zaladuj do akumulatora 2
        add  #2     ;dodaj do akumulatora 2
PETLA   jmp  PETLA  ;skocz do PETLA
        org  $07FE
        dw   DODAJ  ;adres startu po resecie
```

Po przetworzeniu

```
 0300            1           org  $0300
 0300 A602       2  DODAJ    lda  #2
 0302 AB02       3           add  #2
 0304 CC0304     4  PETLA    jmp  PETLA
 07FE            5           org  $07FE
 07FE 0300       6           dw   DODAJ
 Symbol Table
PETLA              0304
DODAJ              0300
```

To samo w S-rekordach

```
S10C0300A602AB02CC0304C8
S10507FE0300F2
S9030000FC
```


© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Języki wysokiego poziomu

- język imperatywny — C

```
int dodaj()
{ int a = 2;
  int b = 2;
  return(a + b);}

int l = dodaj();
```

- język aplikatywny — Lisp

```
(defun dodaj()          ;aplikatywnie
  ((lambda (x y) (+ x y)) 2 2))
(defun dodaj()          ;imperatywnie
  (let (x y)(setq x 2)(setq y 2)(+ x y)))

(dodaj)
```

- język deklaratywny — Prolog

```
dodaj(X) :- X is 2 + 2.

dodaj(X).
```

- język symboliczny — Mathematica

```
dodaj := Module[{a = 2, b = 2}, a + b];
l = dodaj;
```

- język obiektowy — C++

```
class CDodaj
{ public:
  int a;
  int b;
  CDodaj()
  { a = 2;
    b = 2;};
  int Dodaj()
  { return(a + b);}
};
                /*statycznie*/
Cdodaj d;
int l = d.Dodaj();
              /*dynamicznie*/
Cdodaj *d = new CDodaj;
int l = d->Dodaj();
```


© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Języki czwartej generacji

Elementy składowe języka czwartej generacji:

- fizyczny słownik danych
- formater ekranu
- generator raportów
- język zapytań
- specyfikator dialogu
- generator kodu
- język wysokiego poziomu

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

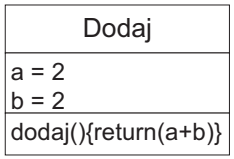
Języki czwartej generacji:

- `CASE` — Computer Aided Software Engineering
- `Oracle` — Komercyjny pakiet zawierający:
  - ⋆ maszynę relacyjnej bazy danych;
  - ⋆ interfejs bazy danych
  - ⋆ narzędzia do integracji baz danych z językami wysokiego poziomu;
  - ⋆ kreator formularzy;
  - ⋆ kreator raportów;
  - ⋆ kreator reprezentacji graficznych;
  - ⋆ narzędzia do wyszukiwania
- `UML` — Unified Modeling Language

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

UML

Dodanie dwóch liczb



Symulacja systemu robotycznego

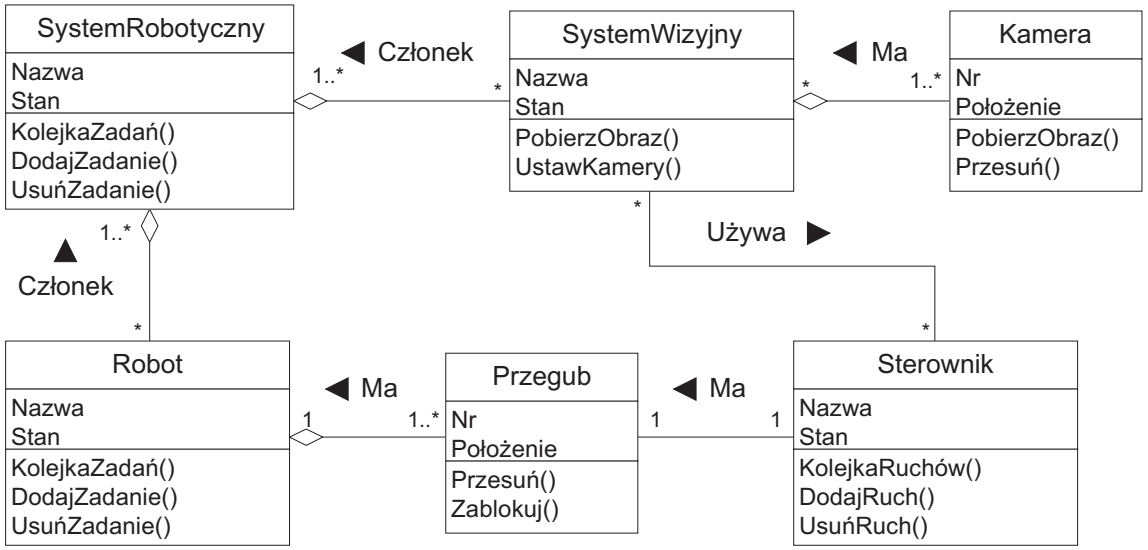


Diagram klas

Do tego należy utworzyć:

- diagram obiektów
- diagram implementacji
- diagram rozmieszczenia
- diagram zachowań
- diagram sekwencji
- diagram interakcji

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Symulacja systemu robotycznego cd.

- C++

```
class CRobot
{ private:
  int id
  public:
  char       Nazwa[42];
  CStan      Stan;
  CPrzegub  *Przeguby;
  CRezolwer *Rezolwery;
  CKolejka  *Kolejka = NULL;

  CRobot()
  { Przeguby=new CPrzegub[5]; /*...*/
    Inicjuj(); /*...*/};

  int KolejkaZadan(){/* definicja */};
  int DodajZadanie(/*...*/){/* def. */};
  int UsunZadanie(/*...*/){/* def. */};};

CRobot *Robot1 = new CRobot;
try{Robot1.DodajZadanie(/*...*/);}
catch(CException blad){/* obsluga */}
```

- C

```
struct SRobot
{ int id
  char       Nazwa[42];
  SStan      Stan;
  SPrzegub  *Przeguby;
  SRezolwer *Rezolwery;
  SKolejka  *Kolejka = NULL;};

int DodajRobota(SRobot *Robot)
  { Robot = malloc(sizeof(SRobot));
Robot->Przeguby=malloc(5*sizeof(SPrzegub));
    Inicjuj(); /*...*/};
int UsunRobota(SRobot *Robot){/*...*/};
int KolejkaZadan(/*...*/){/* def. */};
int DodajZadanie(/*...*/){/* def. */};
int UsunZadanie(/*...*/){/* def. */};};

SRobot *Robot1;
DodajRobota(Robot1);
if blad = DodajZadanie(/*...*/) then
  /* obsluga */
```


© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Symulacja systemu robotycznego cd.

- Asembler i kod maszynowy

```
98:  float CRobot::UstalKrok(float Krok, int Kp)
99:  {
00402828   push        ebp
00402829   mov         ebp,esp
0040282B   sub         esp,0Ch
0040282E   mov         dword ptr [ebp-8],ecx
100:     float delta = 0.001;
00402831   mov         dword ptr [delta],3A83126Fh
101:     switch(Kp){
00402838   mov         eax,dword ptr [Kp]
0040283B   mov         dword ptr [ebp-0Ch],eax
0040283E   cmp         dword ptr [ebp-0Ch],0
00402842   je          CRobot::UstalKrok(0x0040284c)+24h
00402844   cmp         dword ptr [ebp-0Ch],1
00402848   je          CRobot::UstalKrok(0x00402857)+2Fh
0040284A   jmp         CRobot::UstalKrok(0x00402862)+3Ah
102:     case 0: Krok += delta;
0040284C   fld         dword ptr [Krok]
0040284F   fadd        dword ptr [delta]
00402852   fstp        dword ptr [Krok]
103:         break;
00402855   jmp         CRobot::UstalKrok(0x00402869)+41h
104:     case 1: Krok -= delta;
00402857   fld         dword ptr [Krok]  ...
```


© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Języki symboliczne — Mathematica

Sqrt[4]

2

Sqrt[−4]

$2i$

Sqrt[a]

$\sqrt{a}$

Sqrt[a]^2 + a + 3b + 5b

$2a + 8b$

Solve[x^2 + 5x + 4 == 0, x]

$\{\{x \to -4\}, \{x \to -1\}\}$

Solve[ax^2 + bx + c == 0, x]

$\left\{\left\{x \to \frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\right\}, \left\{x \to \frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\right\}\right\}$

Solve[Sqrt[x] + a == 2x, x]

$\left\{\left\{x \to \frac{1}{8}\left(1 + 4a - \sqrt{1+8a}\right)\right\}, \left\{x \to \frac{1}{8}\left(1 + 4a + \sqrt{1+8a}\right)\right\}\right\}$

Integrate[Sqrt[x] Sqrt[a + x], x]

$\sqrt{a+x}\left(\frac{a\sqrt{x}}{4} + \frac{x^{3/2}}{2}\right) - \frac{1}{4}a^2 \log\left[\sqrt{x} + \sqrt{a+x}\right]$

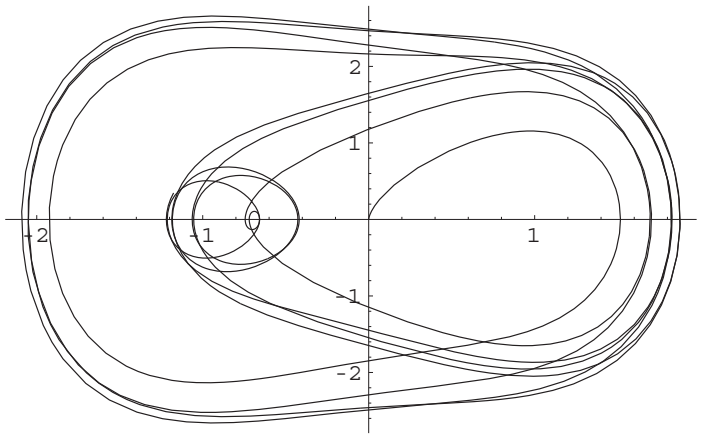
$\int \sqrt{x}\sqrt{a+x}dx$

$\sqrt{a+x}\left(\frac{a\sqrt{x}}{4} + \frac{x^{3/2}}{2}\right) - \frac{1}{4}a^2 \log\left[\sqrt{x} + \sqrt{a+x}\right]$

NDSolve[{x''[t]+x[t]^3 == sin[t], x[0] == x'[0] == 0}, x, {t, 0, 50}]

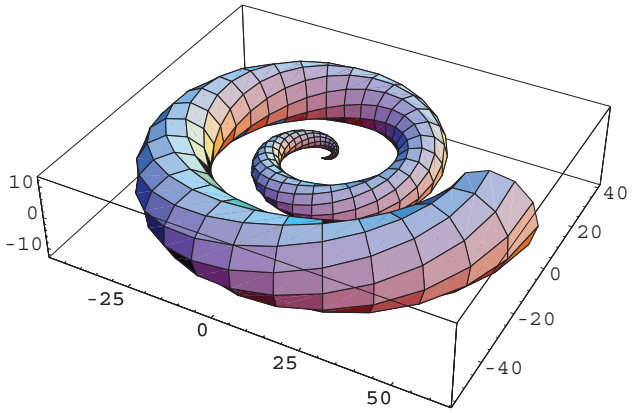
{{x → InterpolatingFunction[{{0., 50.}}, <>}}

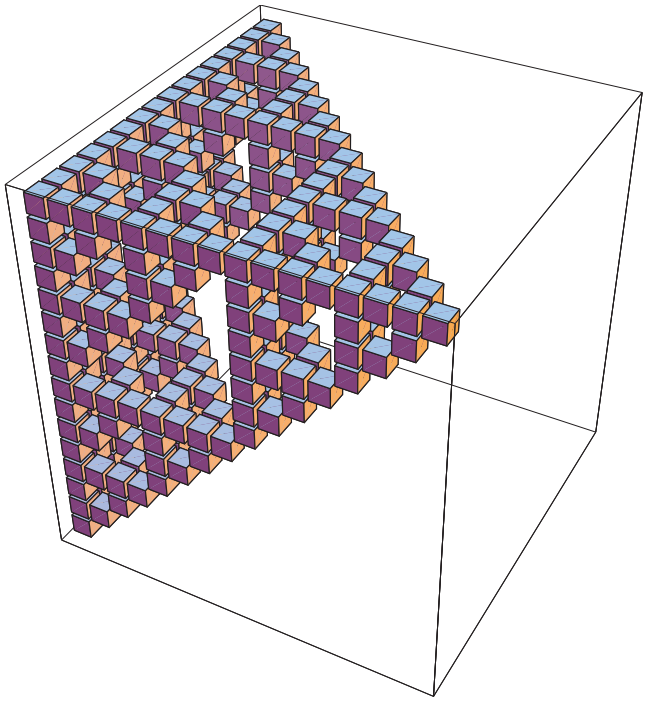
ParametricPlot[Evaluate[{x[t], x'[t]}/.%], {t, 0, 50}];



© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

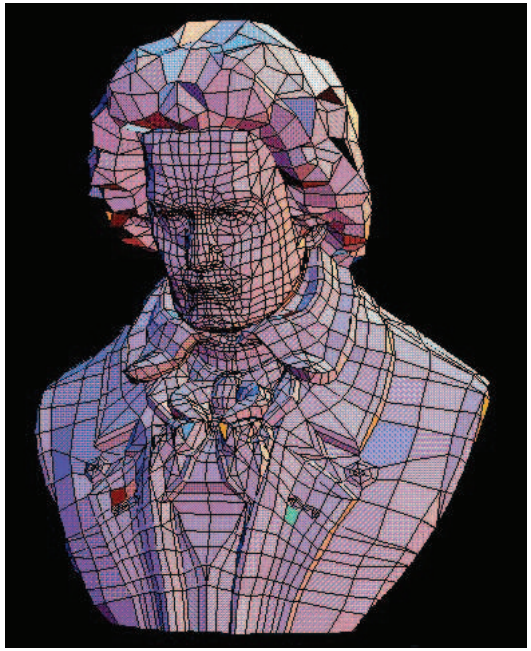
Języki symboliczne — Mathematica

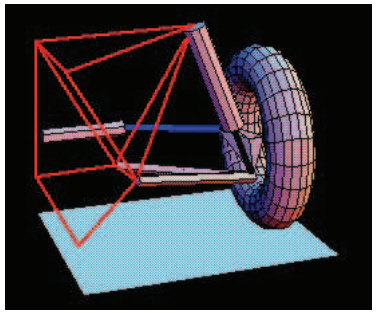




```
ParametricPlot3D[{u cos[u](4 + cos[v + u]), u sin[u](4 + cos[v +
u]), u sin[v + u]}, {u, 0, 4π}, {v, 0, 2π}, PlotPoints → {60, 12}];
```

```
Show[Graphics3D[Flatten[Table[If[Mod[Multinomial[x, y, z], 2]
== 1, Cuboid[1.2{x, y, −z}], {}], {x, 0, 15}, {y, 0, 15}, {z, 0, 15}]]]]
```





© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Inne języki

- języki opisu strony — `html`, TEX/LATEX
- języki manipulowania tekstem — `sed`, `awk`
- meta-języki — `Lex/Flex`, `Yacc/Bison`
- języki „specjalistyczne/dedykowane” — `HDLs`, `Ladder Diagram`, `SCADA`, `RAPID`, `Karel`
- `APL` — A Programming Language

```
∇  FIB N
[1]  A←1 1
[2]  →2×N>⍴A← A, +/¯2↑A∇
```


© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

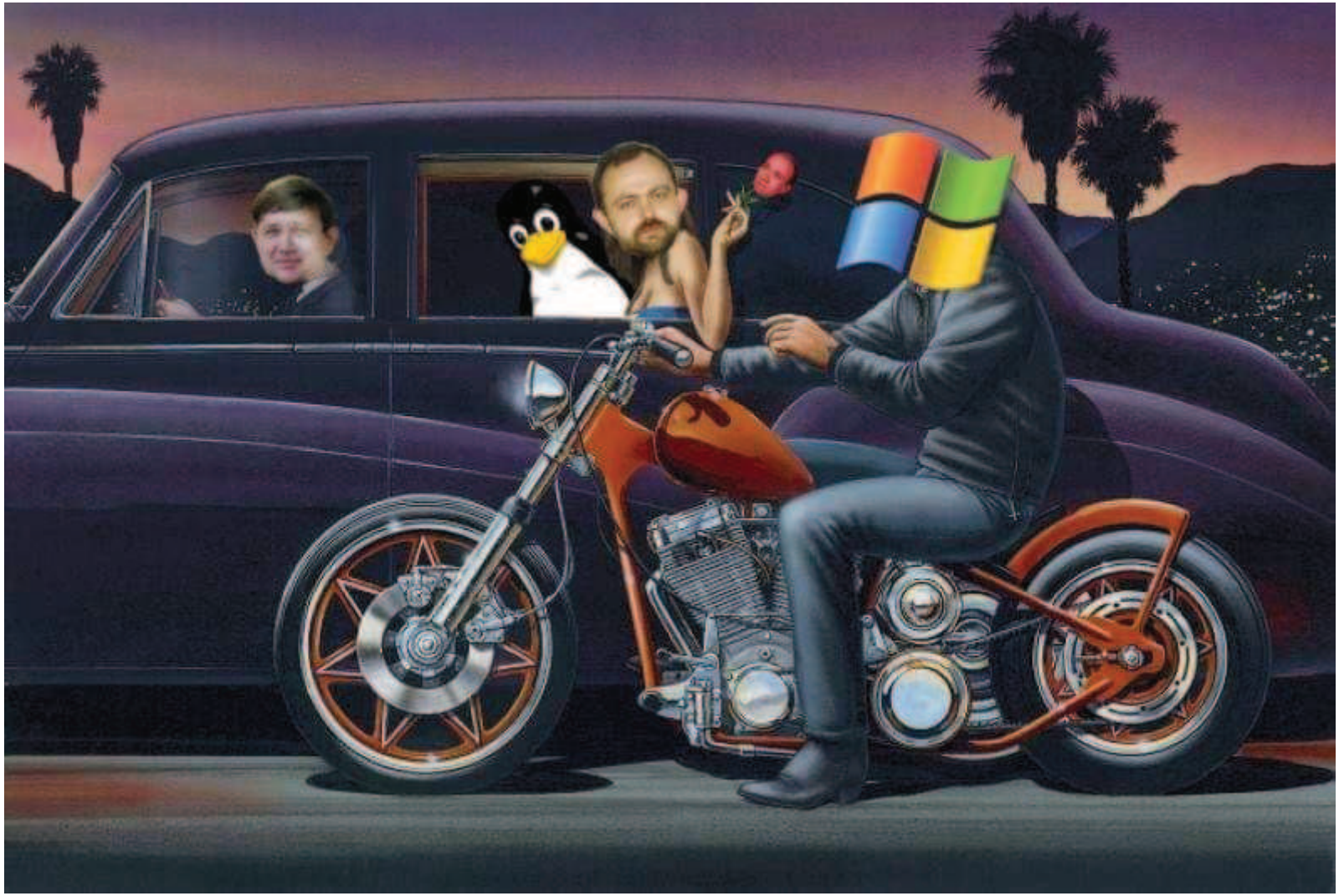
Zagadnienia pokrewne

- Klasyfikacja styli programowania
  - ⋆ programowanie transformacyjne
  - ⋆ programowanie reaktywne
  - ⋆ styl imperatywny bez i z procedurami
  - ⋆ styl imperatywny z modułami/pakietami
  - ⋆ styl obiektowy
  - ⋆ styl aplikatywny
  - ⋆ styl programowania sterowanego danymi
- Techniki i metody tworzenia systemów informacyjnych
- Planowanie i zarządzanie systemami informacyjnymi
- Ocena systemów informacyjnych

Więcej w Paul Beynon-Davies, „Inżynieria systemów informacyjnych”, WNT 2004.

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Pożegnanie



Byleby skutecznie!

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024

Podsumowanie

- Zagadnienia podstawowe

1. Wskaż podstawowe różnice w procesie programowania w językach niskiego i wysokiego poziomu.
2. Z jakiego języka wywodzi się język C?
3. Jaką podstawową zaletę posiada język C++ w porównaniu z językiem C?
4. Czym się wyróżniają języki regułowe?
5. Czym jest środowisko programistyczne i jakie są jego podstawowe elementy?
6. Czym się różni środowisko programistyczne od języka programowania?
7. Jak klasyfikuje się style programowania? Czym one się różnią?
8. Czy styl programowania jednoznacznie wynika z rodzaju użytego języka programowania? A jaki wpływ na styl ma wybrany kompilator języka (środowisko programistyczne)?

- Zagadnienia rozszerzające

1. Jakie style programowania można stosować w języku C?
2. Jakie rodzaje diagramów definiowane są w języku UML? Do czego służą?
3. Podaj jakie są dziedziny zastosowań każdego z języków wysokiego poziomu wymienionych na 2 stronie prezentacji.

© R. Muszyński, 22 stycznia 2024