(Średnio)zaawansowane programowanie w C++

Wykład 1 - wstęp

Robert Nowak

24L

Programowanie

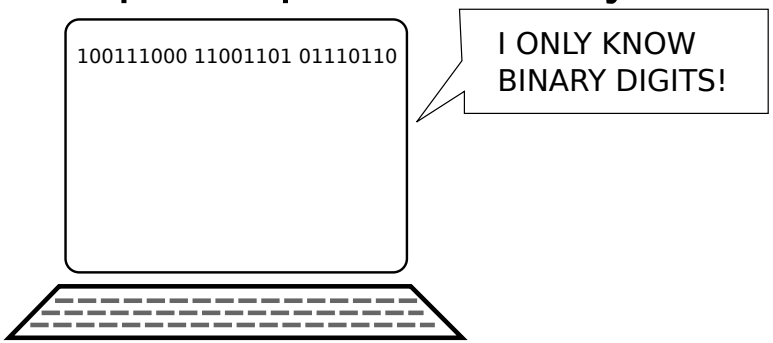
Programowanie

- umiejętność zapisu algorytmów w danym języku programowania
- umiejętność rozwiązywania problemów

umiejętność rozwiązania problemów przy pomocy komputera

Czy problem może być rozwiązany przez komputer?

- komputer przetwarza tylko informację dostępną w formie cyfrowej



- komputer potrzebuje algorytmu (programu)
- tylko człowiek może stworzyć algorytm **silna Sztuczna Inteligencja (strong AI) nie istnieje!**

Cel i zakres przedmiotu

- zapoznanie słuchaczy z zagadnieniami tworzenia oprogramowania
- efektywne wykorzystanie języka C++
- współcześnie stosowane techniki i biblioteki
- zarządzanie zasobami,
- wykorzystywanie różnych języków programowania w tej samej aplikacji, na przykładzie C++, Pythona, Rust

Zakładana znajomość:

- podstawowych algorytmów i struktur danych
- programowania strukturalnego i obiektowego
- języka C++
- obiektowych wzorców projektowych
- czytanie diagramu klas UML

Podstawowe dane o przedmiocie

Miejsce spotkań: (wtorek $18^{15} - 20^{00}$), sala 162

Strona przedmiotu:
`https://staff.elka.pw.edu.pl/~rnowak2/dyd/zpr`
Prowadzący:

dr hab. inż. Robert Nowak, prof. uczelni
e-mail: `robert.nowak@pw.edu.pl`
dr inż. Łukasz Neumann
mgr. inż. Witold Wysota

Konsultacje: stacjonarnie lub online, patrz `http://repo.pw.edu.pl`

Tematyka wykładów

- Programowanie obiektowe w C++, polimorfizm, wzorce projektowe (krótki przegląd),
- zarządzanie zasobami, sprytne wskaźniki, mechanizm wyjątków,
- szablony, programowanie generyczne,
- stałość, std::optional, std::variant,
- biblioteka standardowa, rozszerzenia biblioteki standardowej - **boost**,
- Aplikacje współbieżne (wielowątkowe), synchronizacja
- Rust, łączenie C++ i Pythona

Literatura

- Gamma et al., *Wzorce projektowe*, WNT, 2005.
- Alexandrescu, *Nowoczesne projektowanie w C++*, 2005.
- Alexandrescu, Sutter, *Język C++. Standardy kodowania. 101 zasad, wytycznych i zalecanych praktyk*, Helion, 2005.
- Meyers,*50 efektywnych sposobów na udoskonalenie Twoich programów*, Helion, 2003.
- Stroustrup,*Programowanie. Teoria i praktyka z wykorzystaniem C++*, Helion 2010.
- Nowak, Pająk,*Język C++:mechanizmy, wzorce, biblioteki*, BTC, 2010.
- Hunt, Thomas,*Pragmatyczny programista*, Helion, 2011
- Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) v3, IEEE Computer Society, 2014

Zaliczenie przedmiotu

kolokwium 1	0 – 10pkt
kolokwium 2	0 – 10pkt
laboratorium	0 – 20pkt
suma	40 pkt

37 – 40 pkt.	ocena 5
33 – 36	4.5
29 – 32	4
25 – 28	3.5
21 – 24	3

Projekt:

propozycje tematów	28 lutego, 1 marca
ustalenie składu zespołów, przydział zadań	5 marca, 8 marca
dokumentacja wstępna, max. 3 strony A4	do 22 marca
oddanie szkieletu aplikacji	do 19 kwietnia
dostarczenie implementacji i dokumentacji	do 4 czerwca
projekty nie są przyjmowane po	7 czerwca

Zadanie dodatkowe, dla chętnych, rezerwacja: 15 kwietnia, wykonanie: 1 czerwca.

Nie jest wymagana obecność na wykładzie.

Wymaganie oprogramowanie

- kompilatory:
  - the GNU Compiler Collection 5.1 lub nowszy
  - Microsoft Visual Studio 2015 lub nowszy
- biblioteki:
  - stl
  - boost - `http://www.boost.org`
- inne:
  - repozytorium (np. git)
  - edytor tekstu (np. emacs)
  - debugger (np. gdb)
  - narzędzie do automatycznej kompilacji (np. SCons)
  - narzędzie do generowania dokumentacji (np. doxygen)
  - optymalizacja kodu, profiler (np. gprof)
  - narzędzie do wirtualizacji (np. kvm)

Pewne fakty związane z tworzeniem oprogramowania

Większość projektów informatycznych kończy się niepowodzeniem.

*R. Glass, Frequently Forgotten Facts about Software Engineering, 2001

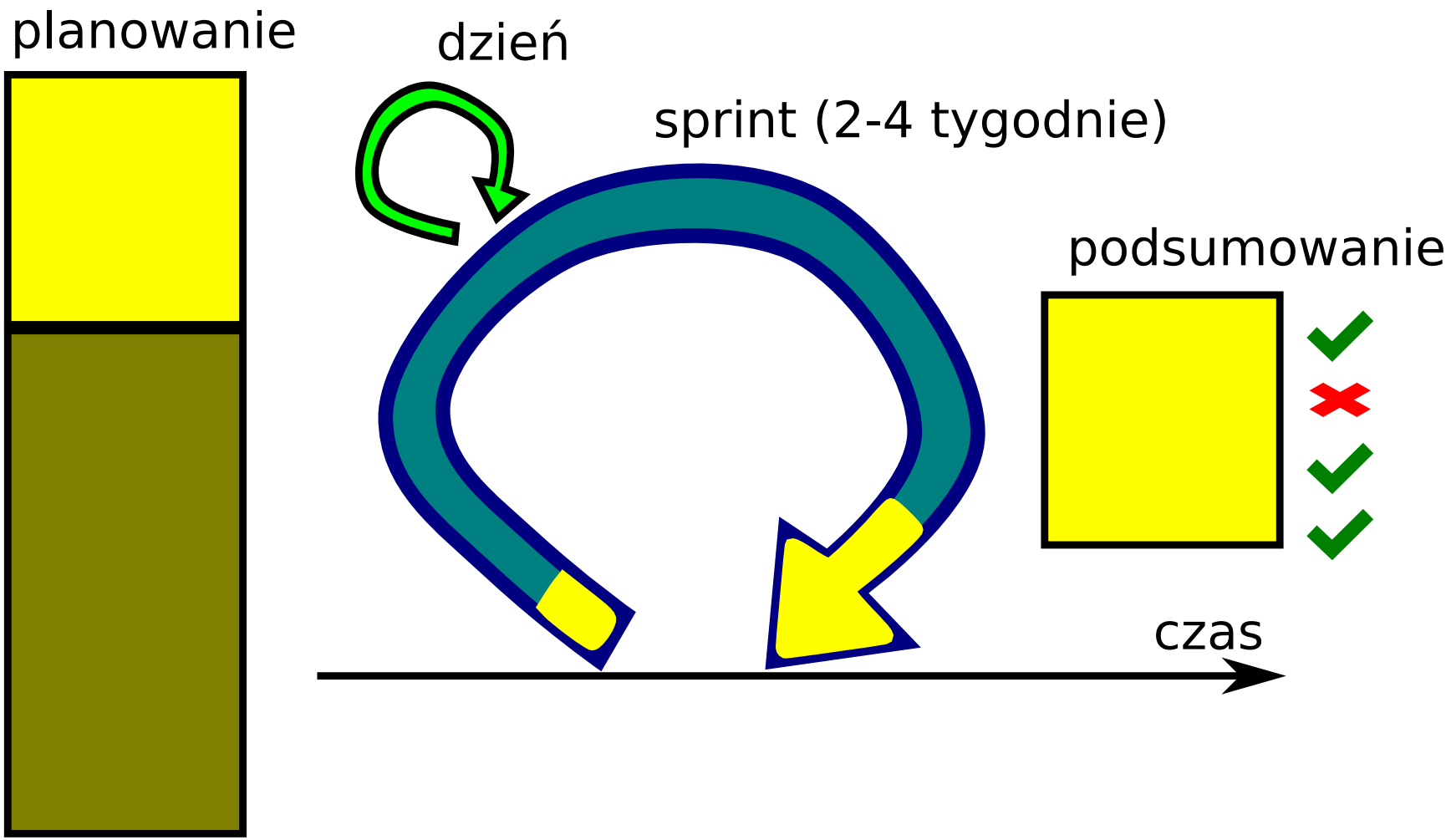
Przyczyny:

- niestabilne wymagania
- optymistyczna estymacja kosztów, głównie czasu
- niska jakość oprogramowania

Sterowanie projektem:

- koszt
- czas
- jakość
- zakres

Cykl tworzenia oprogramowania - SCRUM



Metodologie lekkie (extreme programming, SCRUM)

Właściwości:

- krótki czas sprzężenia zwrotnego
- mniejsze ryzyko niepowodzenia projektu

Możliwe gdy koszt zmian w projekcie (względem czasu) nie rośnie wykładniczo

- kod źródłowy dobrej jakości, stosowanie narzędzi, unikanie redundancji
- działający prototyp
- odpowiednie zarządzanie, w tym komunikacja z odbiorcą

Zmniejszanie kosztów zmian - kod źródłowy

Kody źródłowe dobrej jakości przez cały czas trwania projektu.

- czytelny kod, KISS (Keep It Simple Software), standardy kodowania
- zmiana struktury programu bez zmiany funkcjonalności (refactoring)
- wzorce projektowe

Komentarze - poprawiają czytelność kodu.

Komentarz mówi DLACZEGO, kod mówi JAK.

- należy opisywać odpowiedzialność modułów (plików), klas, metod
- każdy byt powinien mieć pojedynczą odpowiedzialność
- należy opisywać niebanalne algorytmy
- dokumentacja projektowa powinna być generowana z kodu

Zmniejszenie kosztów zmian - działający prototyp

Utrzymywanie działającej wersji przez cały czas trwania projektu.

- testowanie automatyczne:
  - jednostkowe
    - podczas implementacji - zapewnienie pokrycie kodu testami
    - jeżeli znajdzie się błąd, to należy napisać test, który go wychwyci
  - funkcjonalne
- ciągła integracja

Zmniejszanie kosztów zmian - zarządzanie

- definicja tego co to znaczy, że zadanie zostało wykonane (projekt, implementacja, testy jednostkowe, testy funkcjonalne, wdrożenie)
- jawne sterowanie projektem
  - jawna lista zadań
  - kolektywne prawo do zmian kodu (narzędzia zarządzające wersjami)
  - kolektywne szacowanie złożoności zadań
- nastawienie na zmiany
  - planowanie czasu pracy
  - dyskusja z użytkownikiem lub właścicielem biznesowym
  - podsumowania, wyciąganie wniosków

Zmniejszanie kosztów zmian - wsparcie odbiorcy oprogramowania

Zaangażowanie odbiorcy oprogramowania:

- pozwala uniknąć tworzenia rozwiązań, które nie będą używane
- dostarcza dodatkową kontrolę poprawności

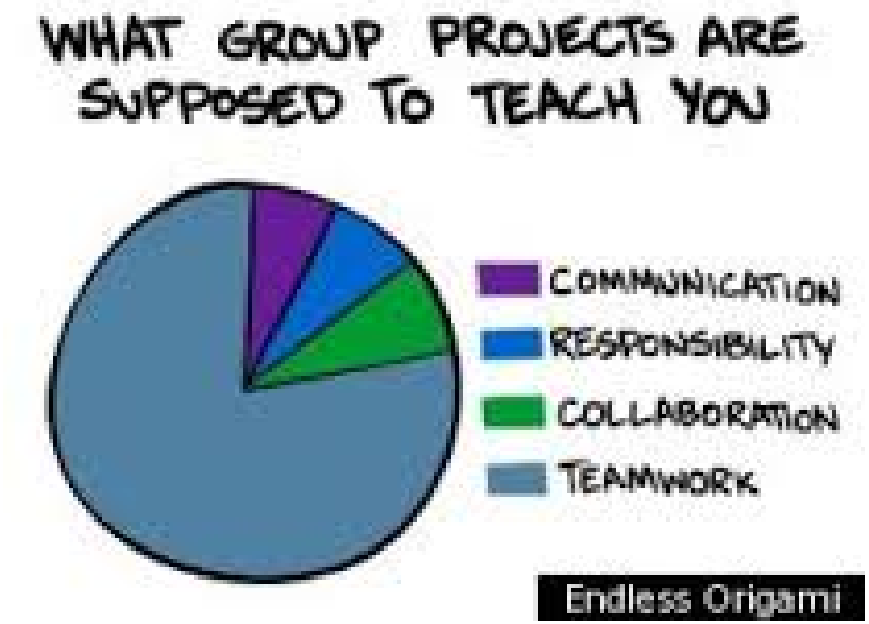
Aby zrozumieć najważniejsze wymagania, programiści powinni pracować w organizacji, która zleciła utworzenie oprogramowania, jako użytkownik aplikacji, przez 1-2 tygodnie. [a]

[a] Hunt, Thomas, The Pragmatic Programmer, Addison-Wesley, 2000

PRINCE2 - projekty w sterowalnym środowisku

- zarządzanie strategiczne: odpowiedzialne za sukces projektu, m.in. ciągła zasadność biznesowa
- zarządzanie operacyjne: delegowanie zadań, monitorowanie, alokacja zasobów

Po co prowadzi się projekty zespołowe na studiach



*http://endlessorigami.com

Popularność języków programowania

Wybór odpowiedniego języka programowania

Miara popularności:

- liczba linii kodu napisanych w danym języku (w oprogramowaniu które jest obecnie wykorzystywane)
- liczba odwołań do stron opisujących dany język / liczba sprzedanych książek opisujących dany język
- liczba ofert pracy dla programistów danego języka programowania

Wszelkie miary są przybliżone, ponieważ:

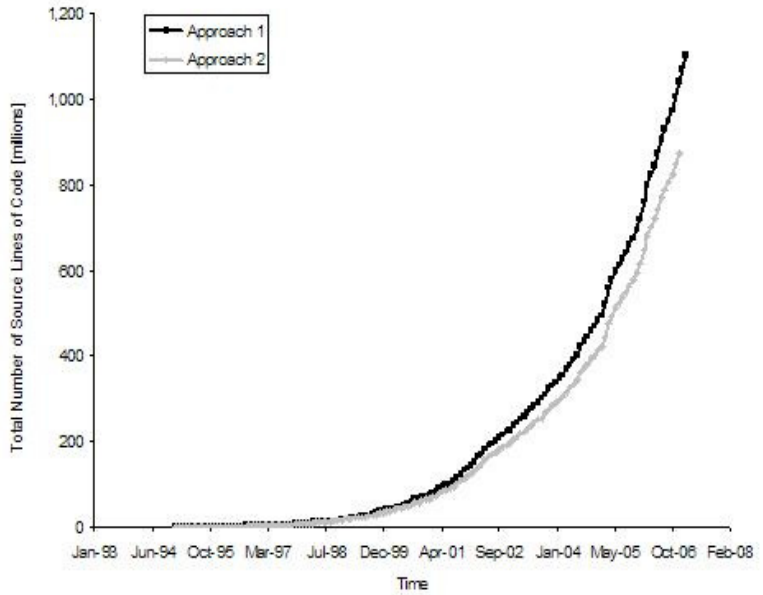
- nie uwzględnia komercyjnego (przemysłowego) kodu źródłowego
- liczba odwołań do opisu języka może świadczyć o jego złożoności (a nie tylko popularności)
- może oznaczać mobilność programistów

Liczba linii dla wybranych projektów

nazwa	LOC[1]	języki programowania
Linux Kernel	12M	C(11M) Assembler (250k)
MySql	12.5M	C++(7.1M) C(3.8M)
Firefox	9M	C++(3.7M) C(1.8M) JavaScript (1.4M)

Próba oszacowania wielkości oprogramowania

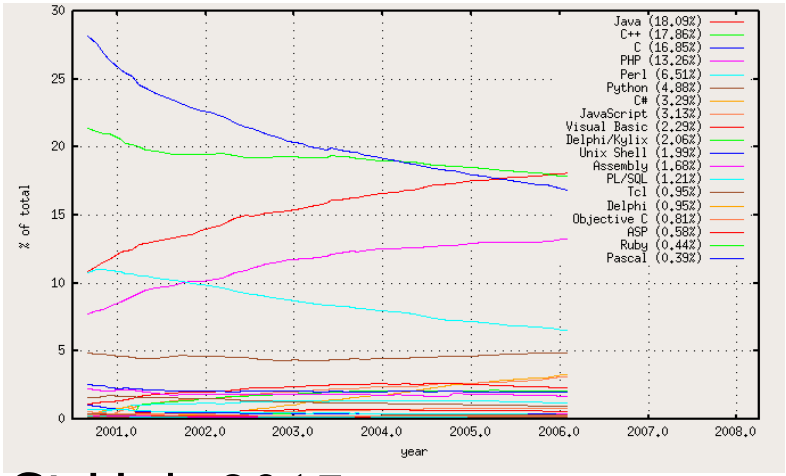
- biznesowe (Gartner Group, 1997): $310 * 10^9$ LOC (COBOL 60%)
- szacunki 2008 rok: $10 * 10^{12}$ LOC
- Open Source, 2008 rok: $1.2 * 10^9$ LOC



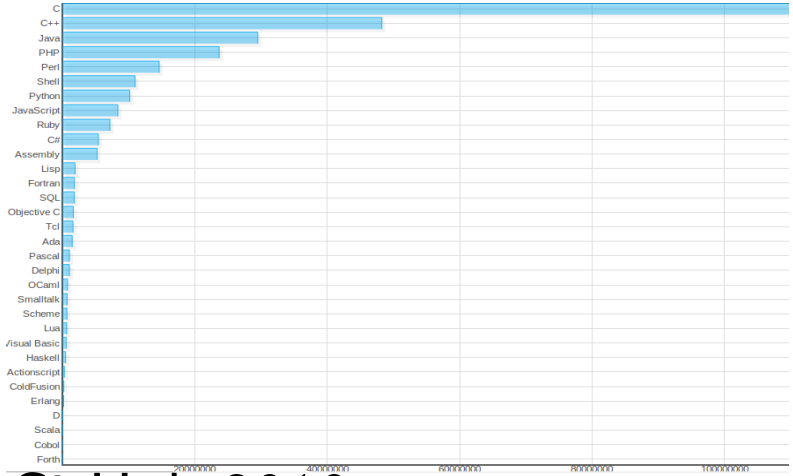
[1] Lines of Code, http://www.ohloh.net

Oprogramowanie Open Source przy podziale na języki

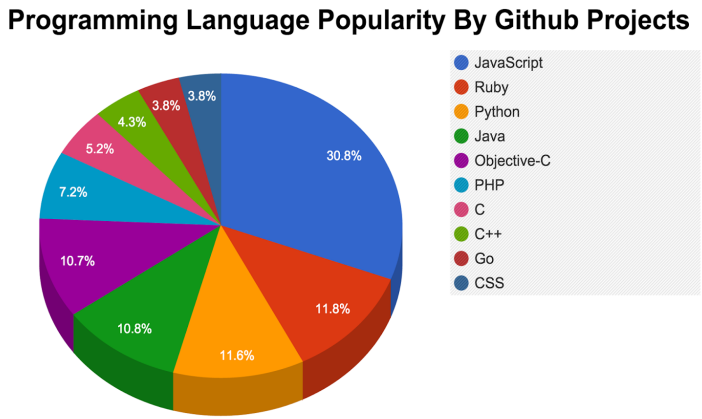
sourceforge (2007)



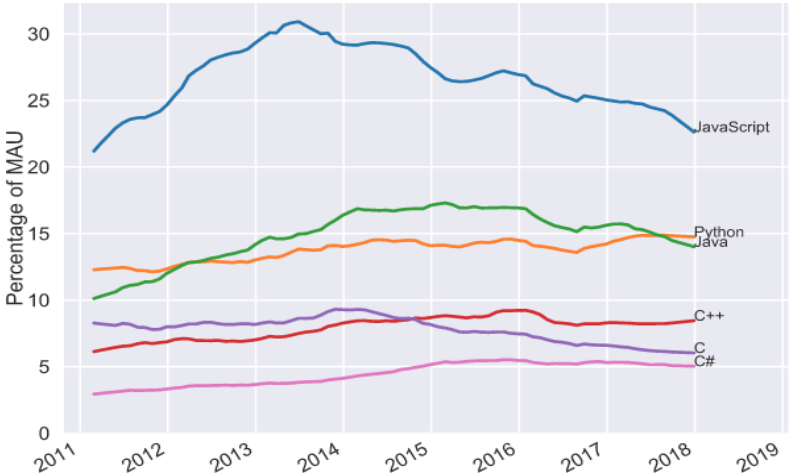
Google code (2012)



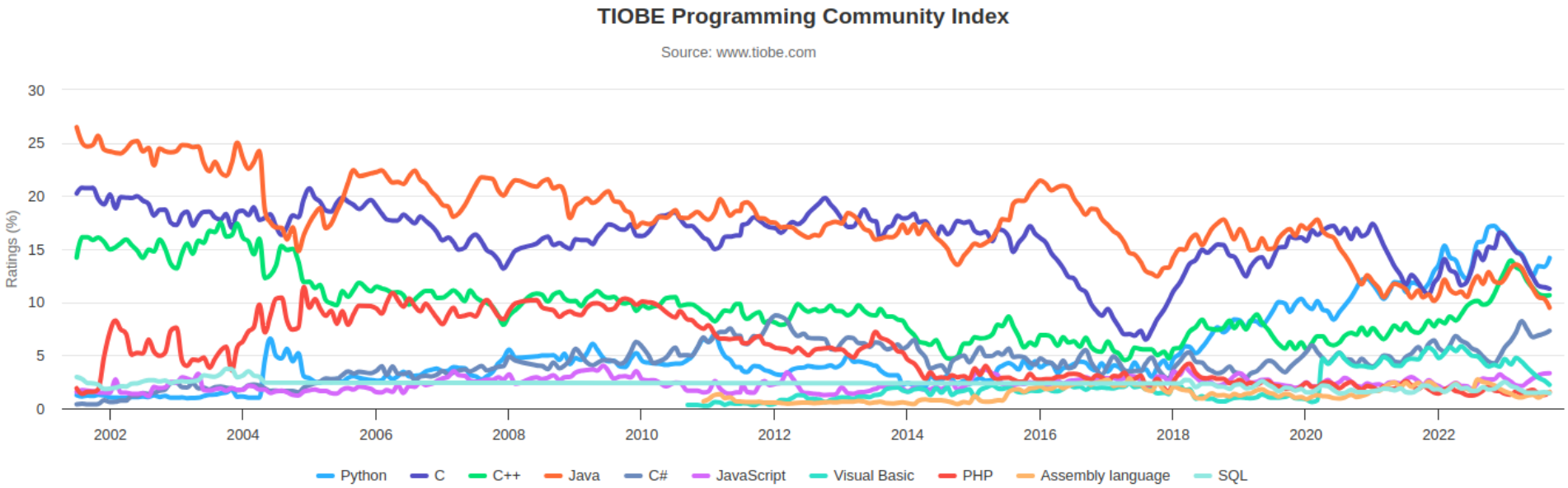
GitHub 2015



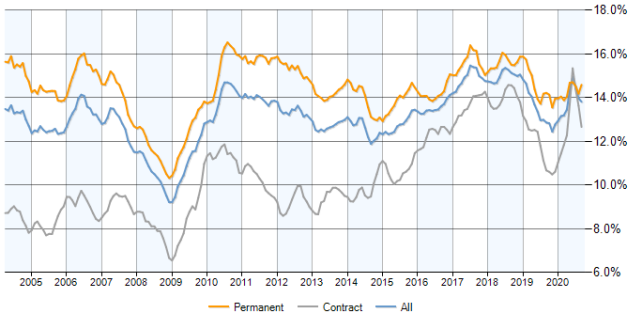
GitHub 2019



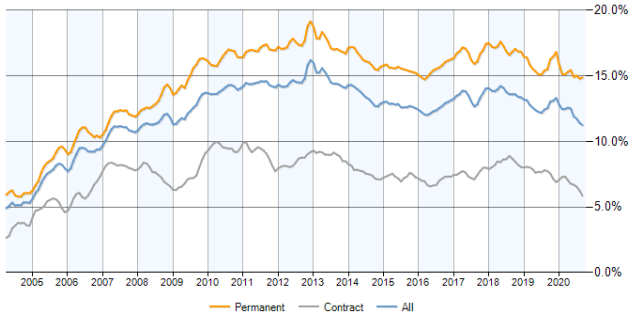
Zliczanie trafień dla stron internetowych



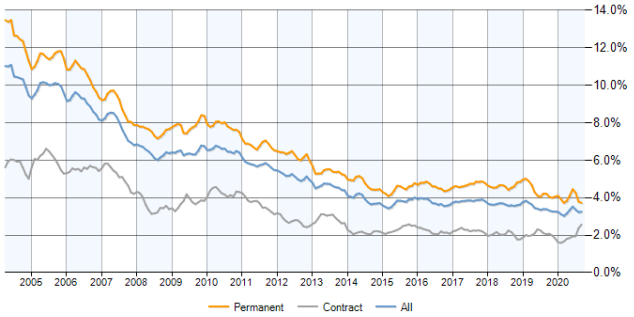
Oferty pracy http://www.itjobswatch.co.uk



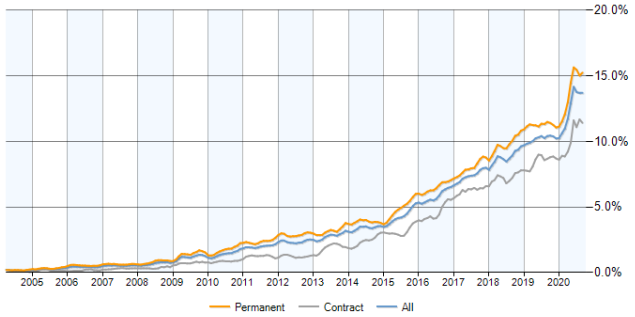
Java



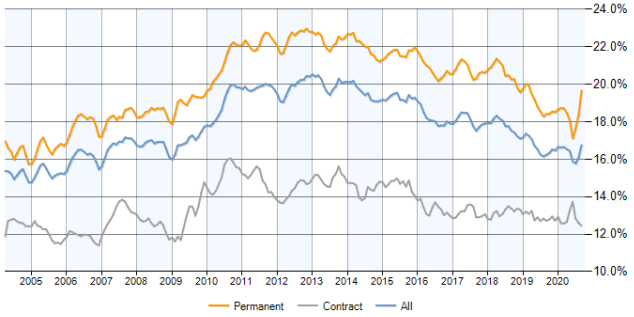
C#



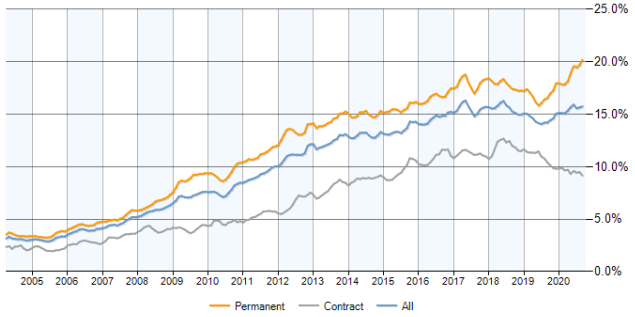
C++



Python

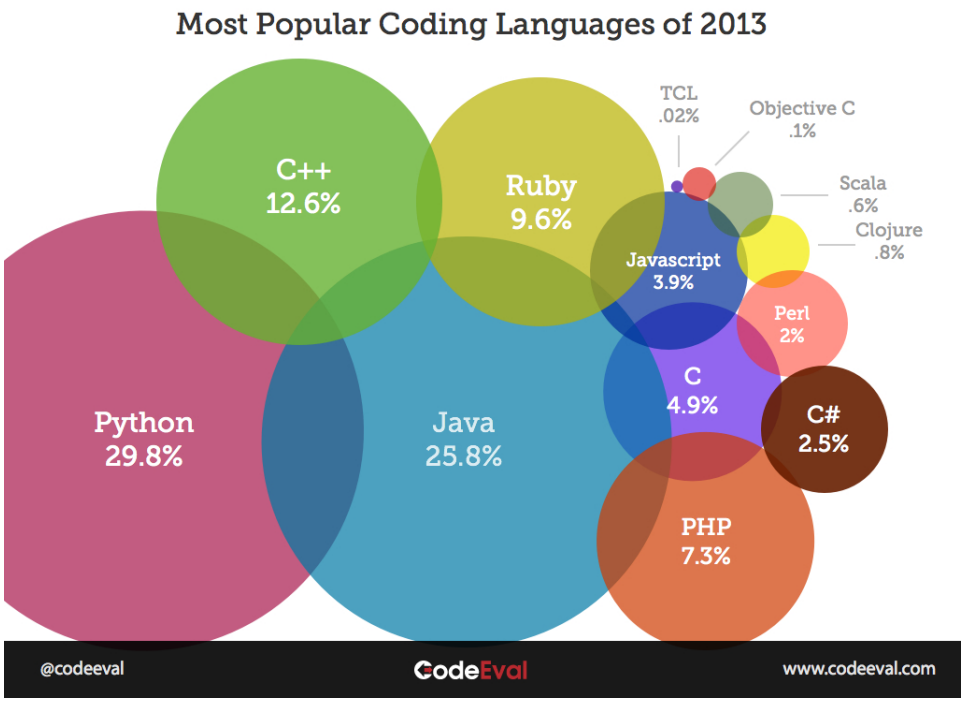


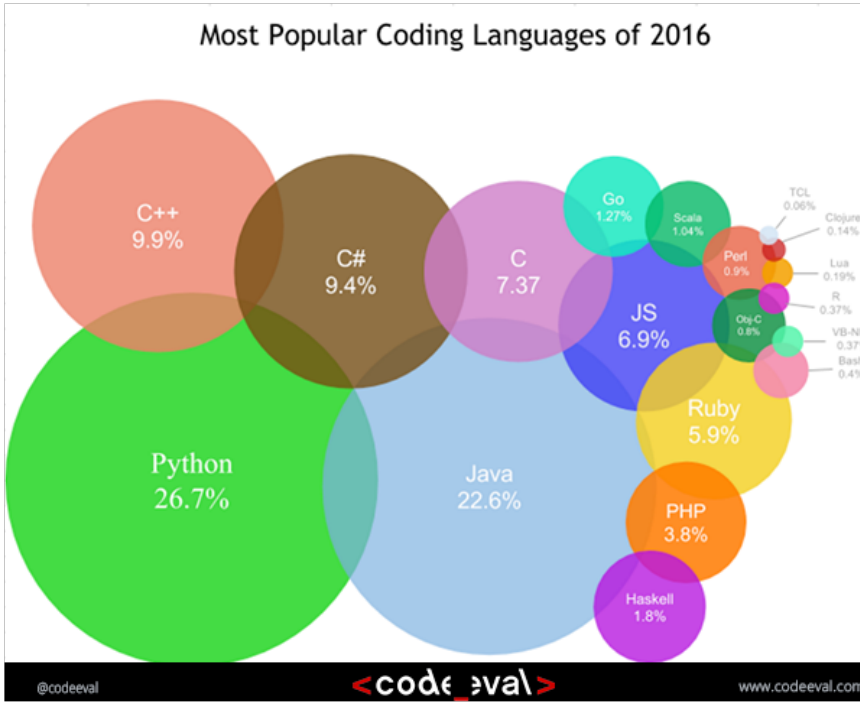
SQL



Java Script

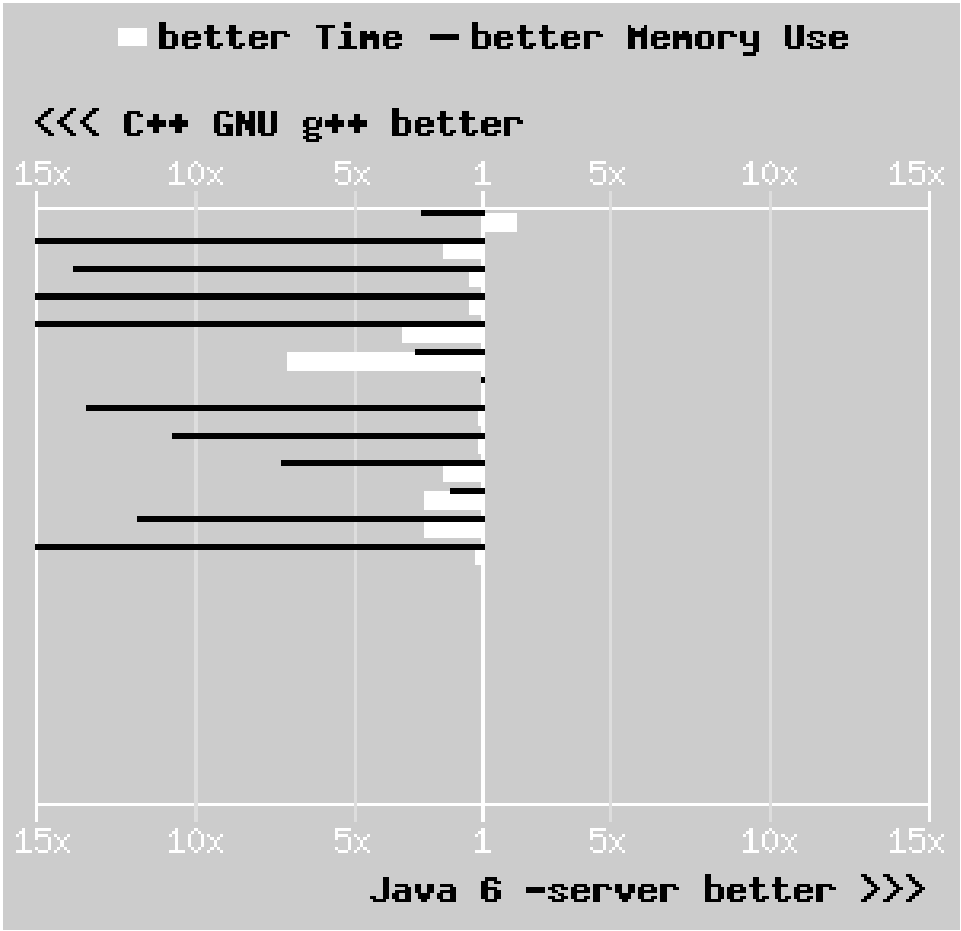
Ankiety wśród pracodawców http://blog.codeeval.com





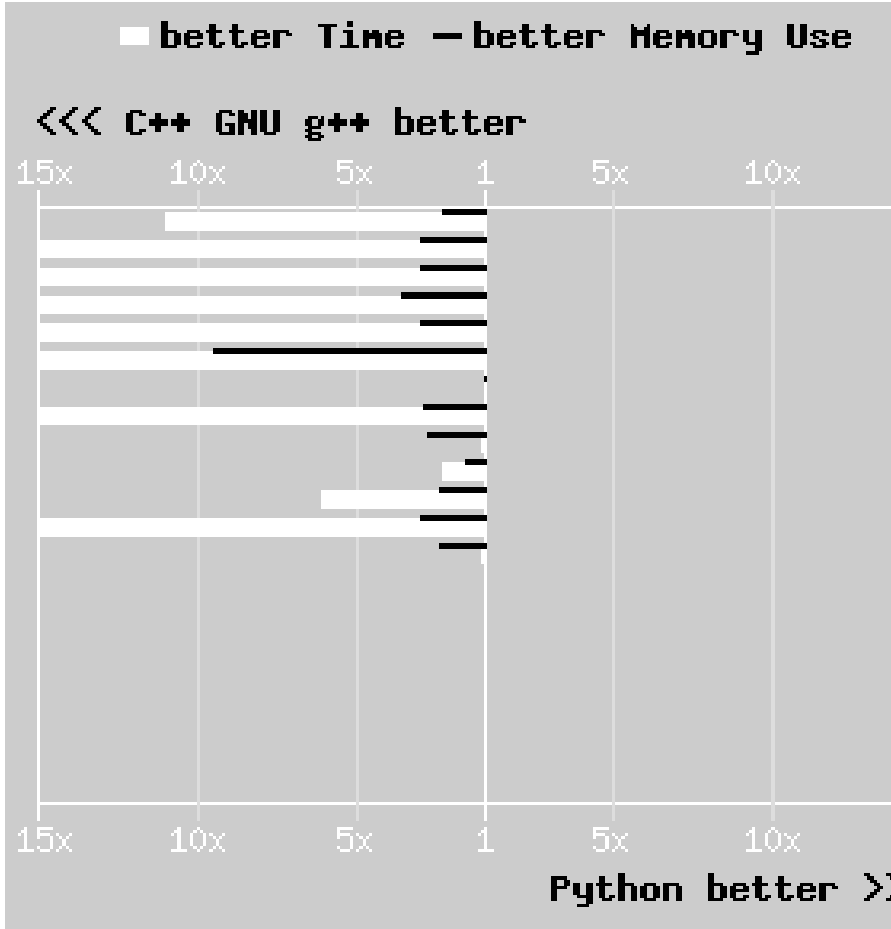
Wydajność (The computer language bencharks game)

Java kontra C++ (GNU g++)



x64 Ubuntu, Intel Q6600 (quad-core)

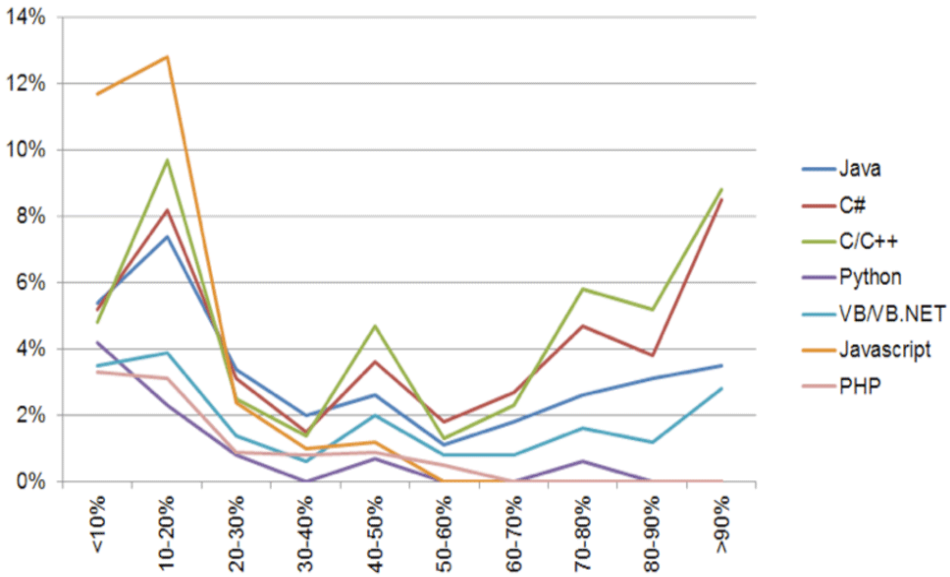
Python kontra C++



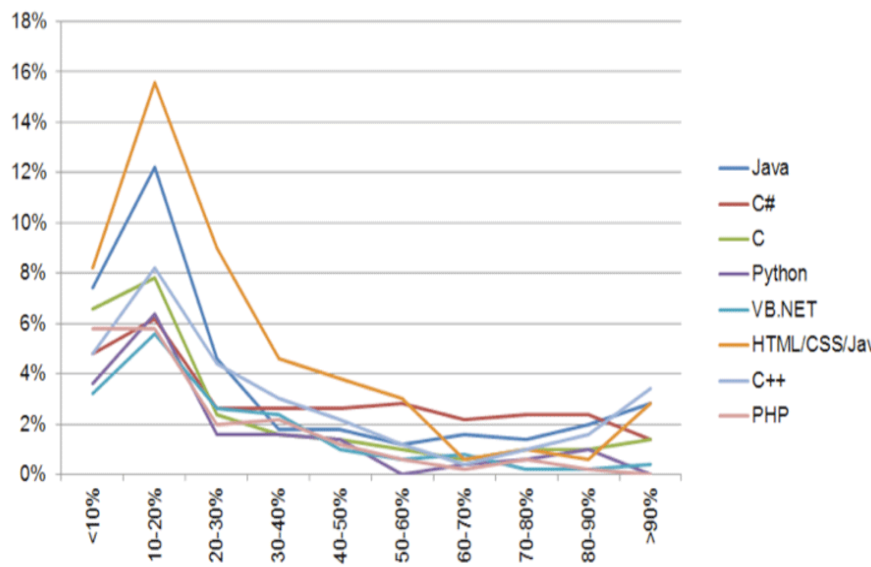
Zmiana akcentów w tworzeniu programowania

Programiści w ciągu ostatnich 2 lat zaczeli masowo używać więcej niż jednego języka programowania jednocześnie (The Quiet Revolution in Programming, By Andrew Binstock, April 03, 2013, Dr.Dobb's Journal)

2010



2012



Zalety i wady języka C++

+ standard języka jest tworzony przez organizację standaryzacyjną ANSI/ISO (nie przez firmę)
- formalny (długi) proces standaryzacji (C++11, C++14, C++17, C++20, C++23)
+ język kompilowany do kodu maszynowego, możliwość tworzenia bardzo wydajnych aplikacji
+ wspiera wiele paradygmatów: programowanie strukturalne, obiektowe, generyczne
- złożony, wiele poprawnych konstrukcji do rozwiązywania tego samego problemu
+ duża popularność, dostępność wielu narzędzi dla wielu platform (w tym wbudowanych)
+ duża stabilność
- uboga biblioteka standardowa

Języki programowania

Kompromis:

- jednoznaczny (komputer)
- pojęcia bliskie programiście (człowiek)

Translacja: tłumaczenie z postaci źródłowej (zrozumiała dla człowieka) do wynikowej (zrozumiała dla komputera)

- kompilacja
- interpretacja

Teza

- nie istnieje jeden, najlepszy język programowania
- stosowanie zawsze jednego języka programowania - niezbyt wyrafinowane rozwiązania

Potrzeba użycia różnych języków w aplikacjach

System komputerowy zawsze:

- ma ograniczenia czasowe, więc tworzenie całości powinno być możliwie szybkie
- posiada pewne elementy, które są „wąskim gardłem” - powinny być zaimplementowane wydajnie (20% kodu)

System komputerowy często:

- posiada pewne elementy, których autor nie chce udostępniać (kod ukryty przed użytkownikiem)
- posiada pewne fragmenty, które powinny być dostępne dla użytkownika (aby dostosować aplikację do indywidualnych potrzeb, np. konfiguracja)

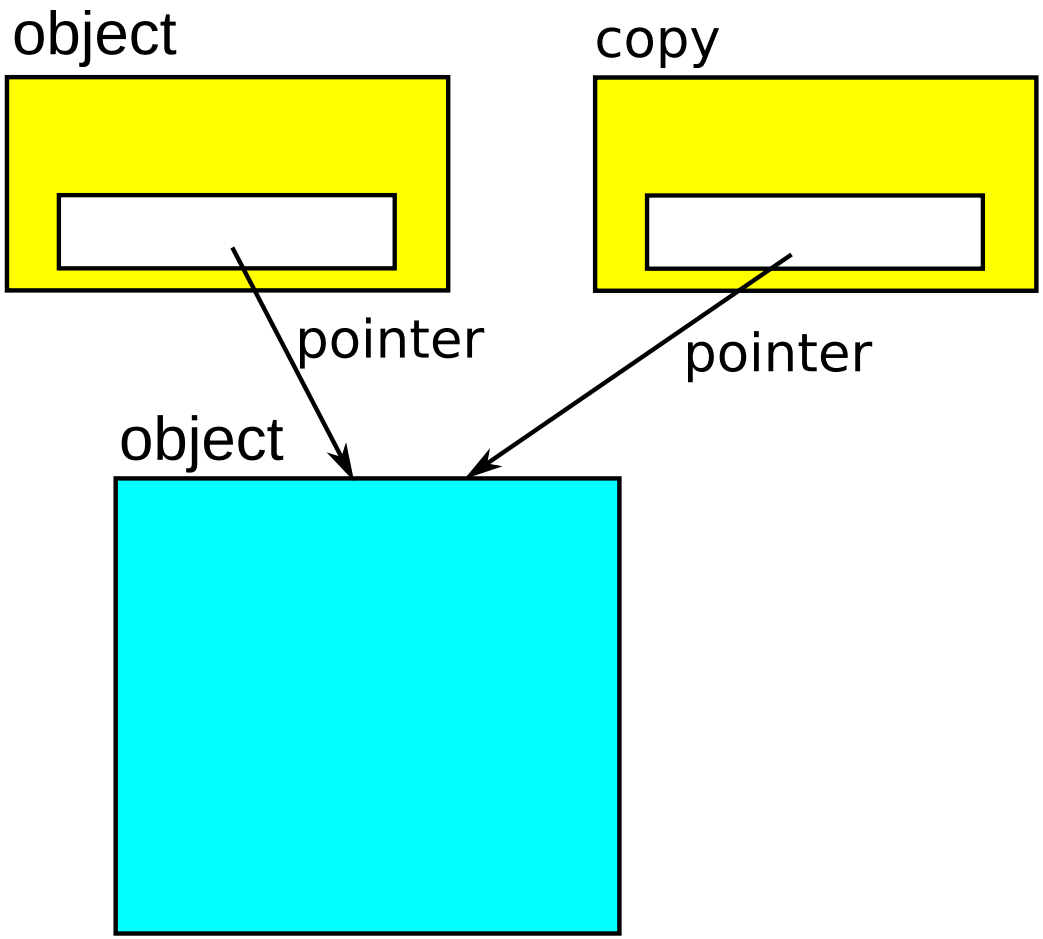
Wzorce projektowe

- standardowe rozwiązania często pojawiających się problemów projektowych
- sprawdzone w praktyce
- najczęściej dotyczą programowania obiektowego
- znajomość wzorców projektowych pozwala lepiej zrozumieć obiektowe podejście do programowania

Przykład - prototyp

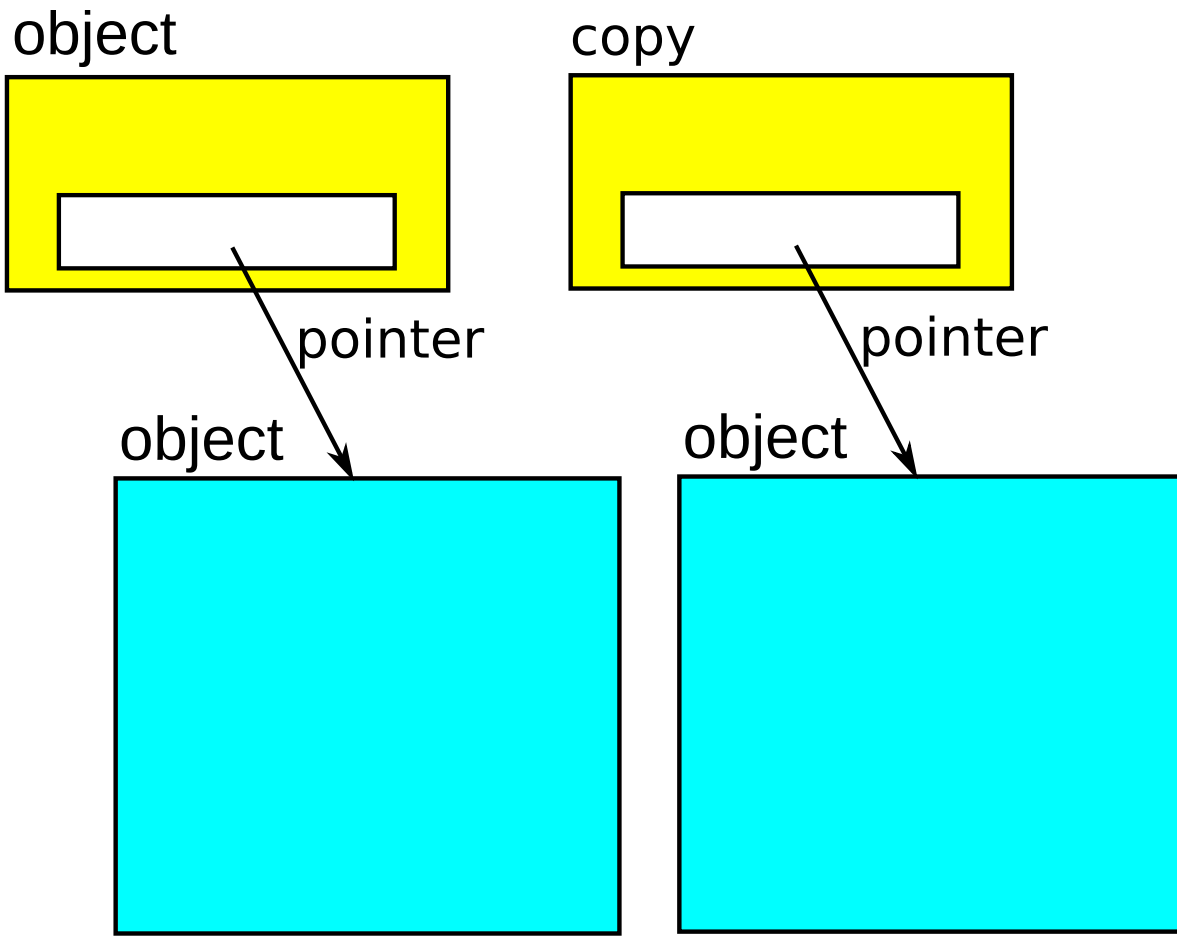
płytka kopia (shell copy)

```
Obj* obj = new Obj();
Obj* copy = obj;
```



głęboka kopia (deep copy)

```
Obj* obj = new Obj();
Obj* copy = new Obj(*obj);
```

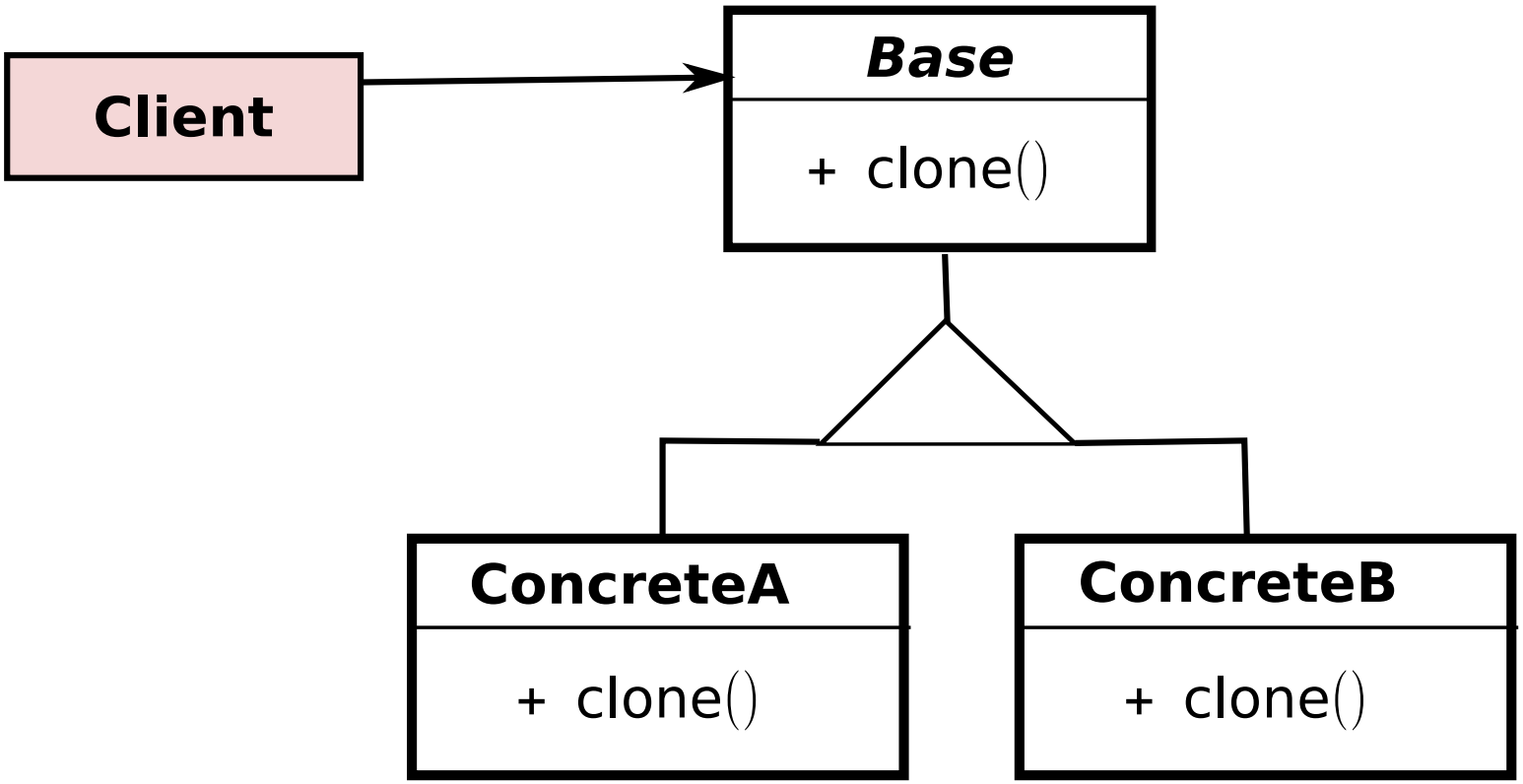


„głębokia” i „płytka” kopia

```
class B {};
class D1 : public B {};
class D2 : public B {};

vector<B*> v; v.push_back(new D1); v.push_back(new D2);

vector<B*> u = v; //Płytka kopia

vector<B*> uu;
for(const B* b : v)
  uu.push_back(new B(*b)); //WYCINANIE!
```

Wzorzec prototypu

- odpowiedzialność przeniesiona na obiekty pochodne
- wykorzystanie mechanizmu funkcji wirtualnej



prototyp (clone, wirtualny konstruktor) - przykład

```
class B {
public:
  virtual B* clone() const = 0;//tworzy kopie danego obiektu
  B(const B&) = delete; //Zabroniony konstruktor kopiujący
};
class D1 : public B {
public:
  D1(const D1& r);//Konstruktor kopiujący
  virtual B* clone() const {
    return new D1(*this); //Już wie, jaki typ kopiować!
  }
};
vector<B*> v1, v2; //v2 będzie głęboką kopią v1
for(const B* b : v1 ) v2.push_back( b->clone() );
```

zalecenia końcowe

- Czytać kod innych.
- Programować.

Dziękuję

robert.nowak@pw.edu.pl