Oblikovni obrasci u programiranju

Uvodno predavanje

Siniša Šegvić

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Zavod za elektroniku, mikroelektroniku
računalne i inteligentne sustave

Sadržaj uvodnog predavanja

- **Motivacija** za načela i obrasce programskog oblikovanja:
  - problemi vezani uz složenost interakcije među komponentama
  - obuzdavanje složenosti apstrakcijom i organizacijom
- **Oblikovne osnove** za ublažavanje interakcijskih problema:
  - ne-funkcionalni zahtjevi: **ne odnose** se na funkcionalnost sustava
  - utjecaj tih zahtjeva na dinamiku razvoja
- Značaj oblikovanja u **razvojnim procesima**:
  - kako i kada planirati organizaciju programa?
  - usporedba "lakih" i "teških" razvojnih modela (metodologija)
- **O predmetu**:
  - glavne teme, pretpostavljeno znanje
  - način održavanja nastave, razdioba bodova, literatura

Motivacija: problemi

Zašto je programsko inženjerstvo teško?

- Problemi vezani uz funkcionalnost programa:
  - sofisticirana funkcionalnost
  - postizanje adekvatne brzine izvođenja
  - ostvarivanje lakog, intuitivnog i ugodnog korištenja
- Problemi vezani uz poslovno okruženje:
  - ograničeni vremenski i materijalni resursi
  - neprecizni i promjenljivi funkcionalni zahtjevi
- Problemi vezani uz organizaciju:
  - **složenost interakcije** među komponentama programa
  - otežavaju zadovoljavanje svih ostalih zahtjeva

Zašto je teško organizirati interakciju komponenata?

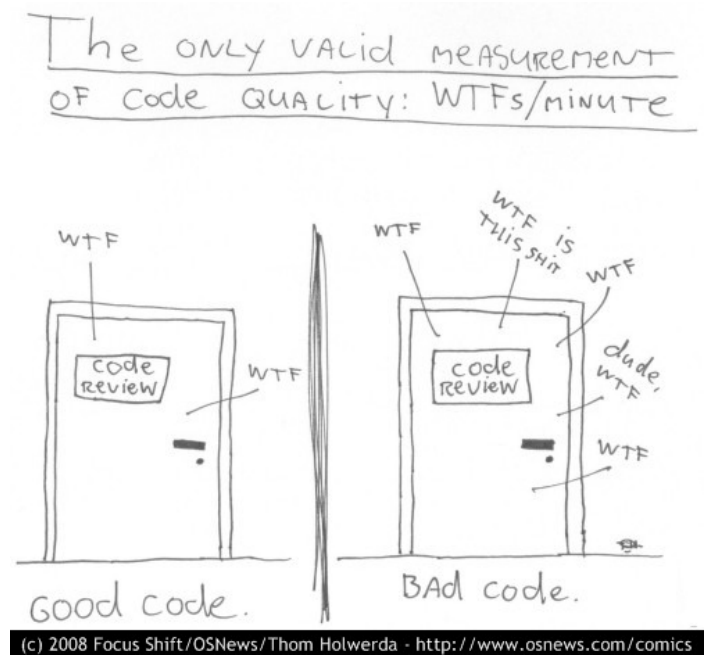
- strahovito puno načina za organiziranje sustava (eksp. složenost!)
- prikladnost organizacije vidljiva tek pri implementaciji (kasno!)

Organiziranje **interakcije**: ključni zadatak **programskog oblikovanja**!

Motivacija: složenost [brooks95]

Složenost interakcije je nezaobilazna poteškoća razvoja programa:

- implementirati jedan program s 30 funkcionalnosti puno teže nego 30 programa s po jednom funkcionalnošću (funkcionalnosti međudjeluju, najčešće negativno)
- ne postoji tehnologija koja će povećati produktivnost programskog inženjerstva za red veličine u sljedećih 10 godina (no silver bullet)
- ako projektu koji kasni dodijelimo nove inženjere --- kašnjenje će se povećati (mythical man-month)

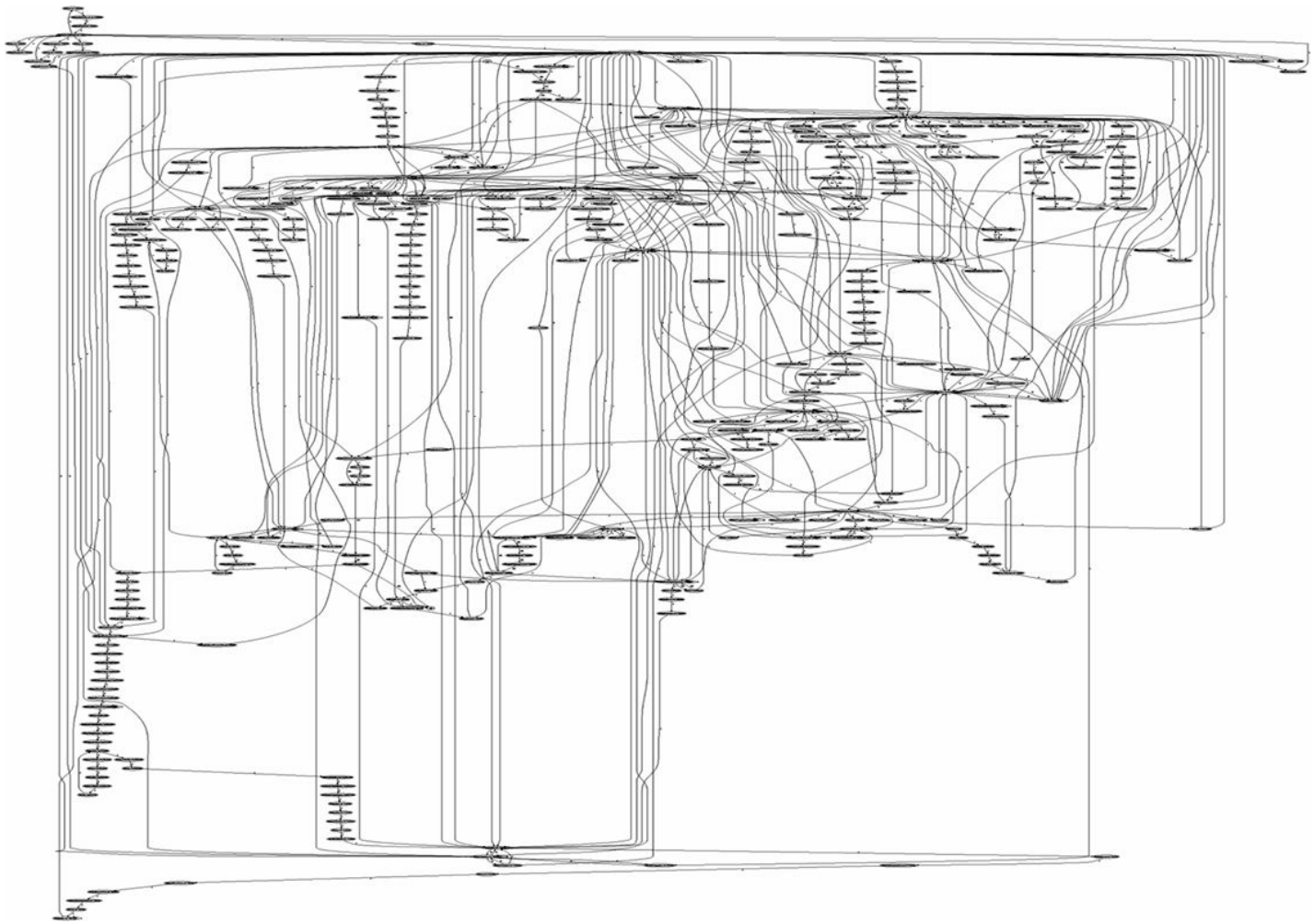


- jedan pristup bio bi izdvojiti funkcionalnosti u zasebne programe i povezati ih skriptnim jezikom (ali to ne možemo uvijek!)
- **tema kolegija**: pristupi za smanjivanje međuovisnosti komponenata te ublažavanje njenih štetnih efekata

Motivacija: primjer 1

Složenost je svud oko nas; evo kakvim **grafom poziva** funkcija biblioteke rezultira dohvat jedne jedine stranice preko http protokola:

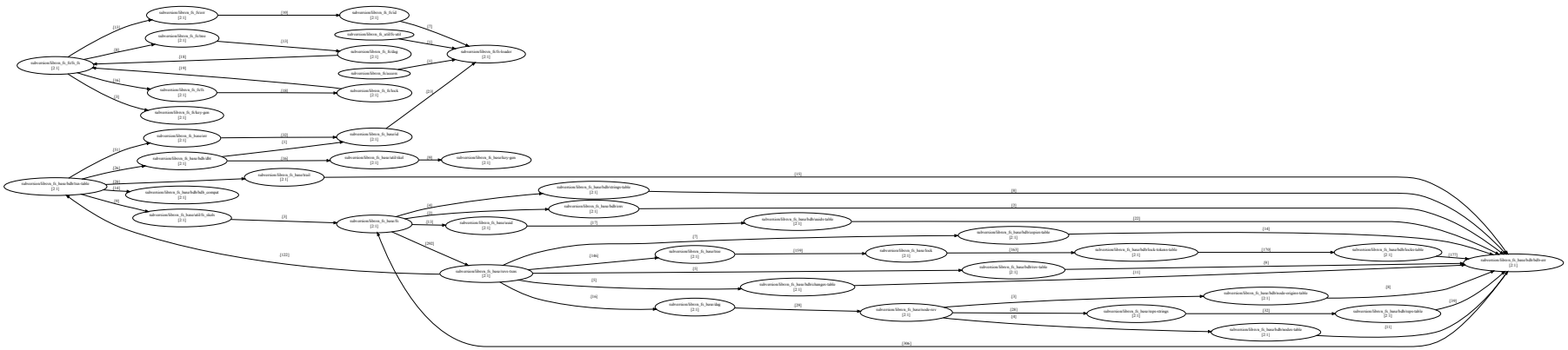
- primjer dodatka: uvođenje nove metode autentikacije



http://mattiasgeniar.be/2008/11/09/system-calls-in-apache-linux-vs-iis-windows/

Motivacija: primjer 2a

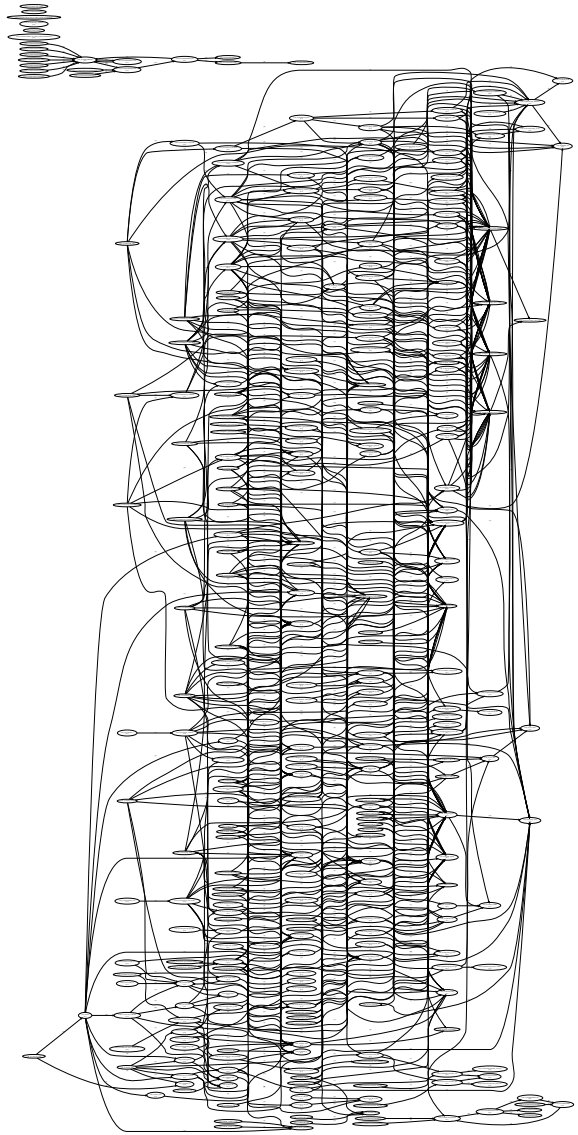
Zašto je složenost programskog sustava problematična?



(graf ovisnosti komponenata jednog paketa biblioteke libsvn)

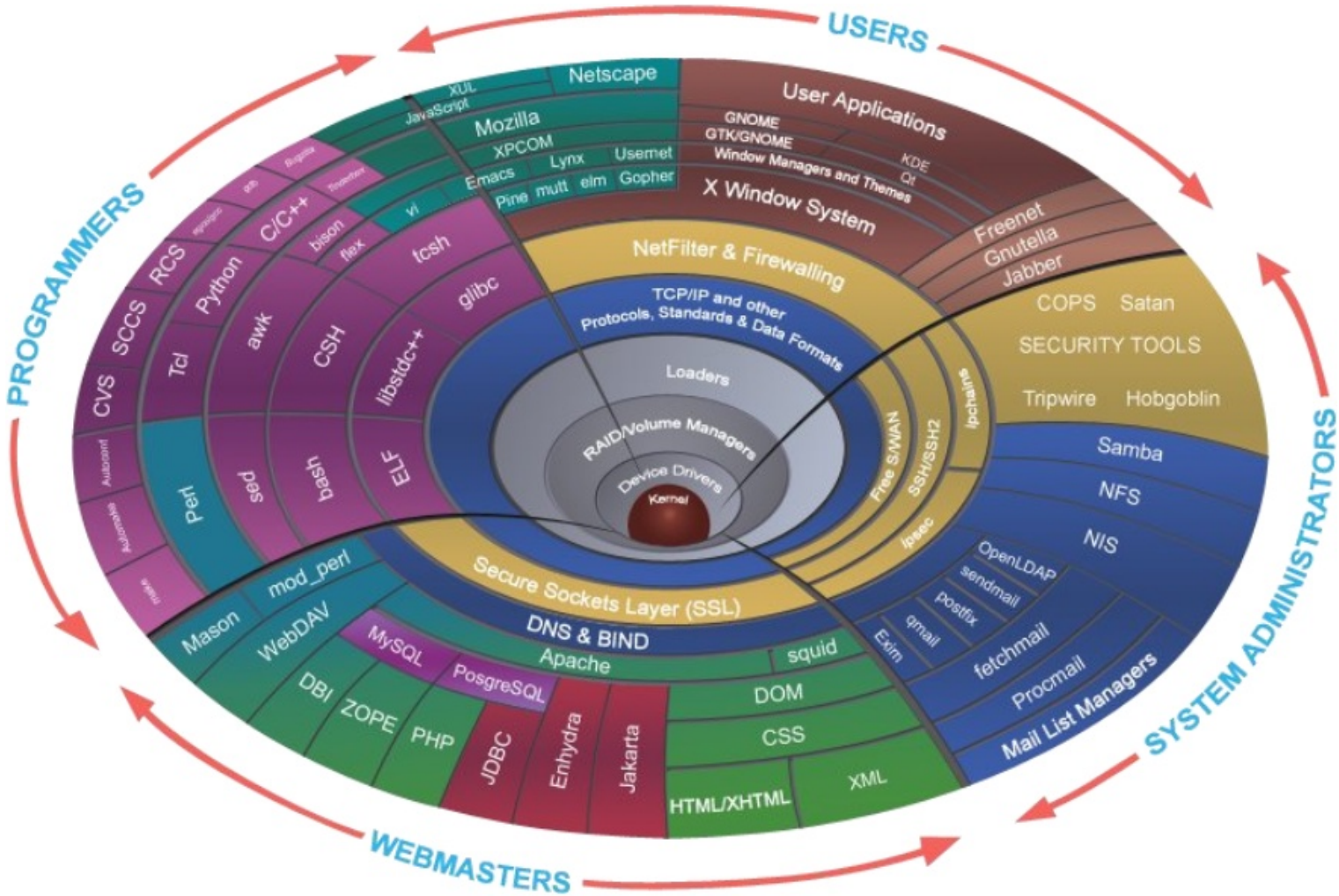
Motivacija: primjer 2b

Zato što iza jedne stanovite granice složenosti struktura programa postaje neprozirna...



Motivacija: primjer 3

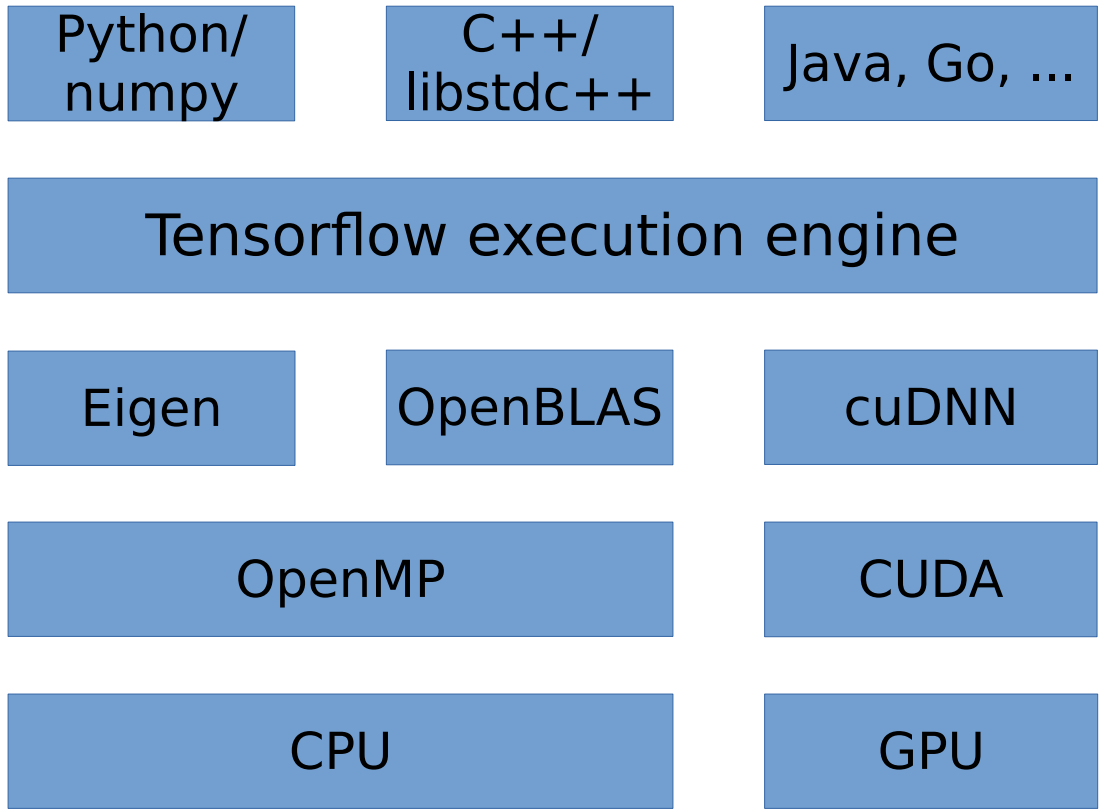
Do dobre koncepcije dolazimo apstrakcijom (skrivanjem nebitnog)



ftp://ftp.oreilly.com/pub/poster/oreilly_linux_poster.pdf

Motivacija: primjer 4

Moderni programski okviri **apstrahiraju** programske biblioteke i sklopovske arhitekture (klijentski kod **ne mora** znati za to)



Tema kolegija: načela i pristupi za ostvarivanje korisnih apstrakcija.

Motivacija: OOUP

Zašto mislim da bi vam ovaj kolegij mogao biti **interesantan**?

- **Ciljana publika**: budući profesionalni programeri
- **Činjenica**: jednostavni programi napisani (sazrijevanje!)
  (početni položaji zauzeti, ad-hoc pristupi ne pale)
- **Zaposlenje 1**: održavanje mastodonta
  (stabilno okruženje, razumijevanje postojeće **organizacije**)
- **Zaposlenje 2**: rad na novom ambicioznom proizvodu
  (dinamično okruženje, prilagođavanje **organizacije** domeni)
- U oba slučaja težimo održivoj evoluciji proizvoda
- Vidjet ćemo da ključ uspješne evolucije predstavlja adekvatna programska **organizacija**!

Motivacija: Fokus OOUP-a

Fokus predmeta: **organiziranje** komponenata u veći sustav

- koristit ćemo idiomatski pristup *s vrha prema dnu*; razmatrat ćemo **rješenja**: načela, idiome, obrasce
- treba nam duboko poznavanje tehnika koje omogućavaju oblikovanje fleksibilnih programskih komponenata
  - mogu se 'saviti' kako bi 'upile' promjene
  - mogu se koristiti na različite načine
- posebnu pažnju ćemo pokloniti **dinamičkom polimorfizmu**
  - mehanizme izvedbe u C++-u i Pythonu proučava prva laboratorijska vježba

Motivacija: Jezik vs oblikovanje

Zašto poznavanje mehanike jezika nije dovoljno?

- uspješni jezici su nesavršeni i opterećeni prošlošću
- dani problem se može izvesti na mnogo korektnih načina: jezični pokazatelji za njihovo vrednovanje prelokalni i nedovoljni!
- primjer standardne biblioteke C-a: zašto `gets` **ne valja**?

```
NAME
       gets - get a string from standard input (DEPRECATED)

SYNOPSIS
       char *gets(char *s);

DESCRIPTION
       Never use this function.
```

- nema garancije da **jezično** korektna i jasna komponenta ima zadovoljavajuća svojstva i u **širem** oblikovnom kontekstu!

Motivacija: Jezik vs oblikovanje (2)

Primjer: komponenta `Image` izravno koristi vanjsku biblioteku `acmeTiff` v1.0

```
class Image{
  // ...
  void load(char const* path);
};
void Image::load(char const* path){
  switch (util::extension(path)){
  // ...
  case "tif":{
    ImageFmt fmt;
    acmeTiffGetFmt(path, fmt);
    this->reformat(fmt);
    acmeTiffLoad(path,this->getBuffer());
  }
};
```

Ovakve ovisnosti o vanjskim komponentama mogu stvoriti probleme.

- procjena razvojnog napora za libtiff: 18 osoba-godina (COCOMO).

Motivacija: Jezik vs oblikovanje (3)

Razmotrimo sljedeći (sasvim mogući) scenarij:

- u `acmeTiff` v1.0 otkriveni neugodni bugovi
- `acmeTiff` v2.0 izdan pod nezgodnom licencom
- korisnici naše komponente su u nevolji (vendor lock-in anti pattern)

Neki korisnici mogu podnijeti višu cijenu, drugi ne: odjednom imamo dvije verzije komponente (glavobolja za održavanje)

Rješenje:

- izdvojiti metodu load u zasebnu komponentu
- ta komponenta mora ispitati je li `acmeTiff` dostupna (**introspekcija**)
- u slučaju nedostupnosti bacamo **iznimku**

Nema garancije da **jezično** korektna i jasna komponenta ima zadovoljavajuća svojstva i u **širem** oblikovnom kontekstu!

Oblikovne osnove: ciljevi razvoja

Koja svojstva programskog sustava želimo ostvariti?

1. **korektnost**: program obavlja svoj posao
   (algoritmi, strukture podataka)
2. **zadovoljavajuća performansa**: program radi dovoljno brzo
   (napredni algoritmi i strukture podataka, arhitektura računala)
3. **ugodan izgled**: lijepo korisničko sučelje
   (ergonomija, grafičko oblikovanje)
4. **lako održavanje**: razumijevanje, ispitivanje, popravljanje
   (programsko oblikovanje, dokumentacija)
5. **fleksibilnost** (podatnost): lako nadograđivanje, toleriranje promjena
   (programsko oblikovanje)

Statička (1-3) vs. **dinamička** (4-5) svojstva programa

Organizacija - ključ dinamike programskog sustava!

Oblikovne osnove: važnost dinamike razvoja

Dinamička svojstva su važna jer se pokazuje da se do dobrih programa ne dolazi ``iz prve''

Primjer **realnog** scenarija nakon pola godine razvoja:

- nepotpuna korektnost:
  (polovična funkcionalnost, novi zahtjevi, bube švabe)
- brzina možda i prihvatljiva
- korisnici nezadovoljni lakoćom korištenja

Uz malo dobre sreće, v1.0 može biti prihvatljiva

- investitori pristaju financirati novu verziju
- čvrsti uvjet nastavka: dinamička svojstva programa!

Oblikovne osnove: važnost dinamike razvoja (2)

Zanimljiva priča iz života:

- 1998: Google se ponudio Yahoou za 1e6US$
  - Page i Brin (tada znanstveni novaci) su htjeli nastaviti studij...
  - Yahoo odbija, Page i Brin u garaži prijateljice otvaraju d.o.o
- 2002: Yahoo nudi Googleu 3e9US$
  - Google traži 5e9US$
  - Yahoo odbija
- 2008: Microsoft nudi Yahoou 40e9US$
  - Yahoo odbija, Microsoft kupuje Fast za 1.2e9US$
- 2018: Google vrijedi preko 500e9US$
  - Yahoo prodan za 5e9US$ (2016)

Google je nadjačao Yahoo (i ostale) jer se brže i bolje **razvijao**:

- bolji program za indeksiranje interneta (engl. web crawler)
- bolji algoritam za rangiranje stranica (pagerank)
- bolje i brže korisničko sučelje (kratki kontekst, samo jedna slika)

Oblikovne osnove: kako postići dobru dinamiku

Dobru dinamiku programskog projekta omogućit će kôd:

- kojeg je lako **ispitati** (engl. testable)
  - koliko brzo možemo provjeriti sumnju da komponenta X ne radi?
- kojeg je lako **razumjeti** (engl. readable)
  - hoće li se snaći programer kojeg smo zaposlili prošli tjedan?
- kojeg je lako **popraviti** odnosno **izmijeniti** (engl. maintainable)
  - koliko brzo možemo onemogućiti zbrajanje popusta?
- kojeg je lako **nadograditi** (engl. extensible)
  - ako promijenimo A, hoćemo li morati mijenjati B, C, D?

Navedena svojstva (tzv. -ilities, non-functional requirements) postižu se prikladnom **organizacijom**!

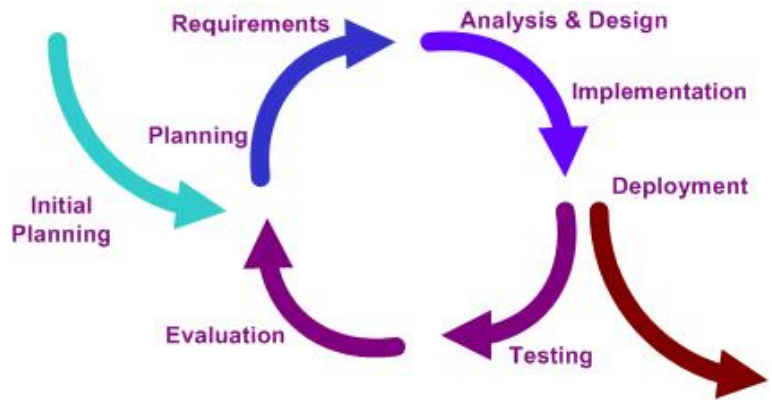
- to je upravo predmet proučavanja našeg kolegija

Nabrojali smo dobra **svojstva** gotovih programa;
kako do takvih programa doći?

Proces: klasično vs agilno oblikovanje

Model razvojnog procesa propisuje smjernice razvoja programa

- Royce 1970 - vodopadni model: zahtjevi $\rightarrow$ oblikovanje $\rightarrow$ izvedba $\rightarrow$ ispitivanje $\rightarrow$ održavanje
- 198x,199x: iterativne modifikacije vodopadnog modela



- 21. stoljeće: pojava agilnih razvojnih procesa
  - iterativno dodavanje prioritetne funkcionalnosti: piecemeal growth vs. masterplan
  - kratke iteracije, dnevna testiranja, česta komunikacija, prilagodljivost, tehnička izvrsnost
  - prihvaćanje realnosti: promjenljivi zahtjevi, nepredvidljivi problemi, heterogenost razvojnog tima, ...

Proces: agilni modeli

Nedostatci (i "nedostatci") agilnih modela razvojnog procesa:

- nema garancije da program stvarno radi!
  (što ako se bug manifestira u avionu na 3000m?)
- fokus na kôd, umjesto na oblikovanje: divlji zapad!

Prednosti agilnih modela razvojnog procesa:

- agilni modeli zahtijevaju **kontinuirano** oblikovanje
  - u početku malo znamo o domeni i ne možemo oblikovati
- **ideja**: svjesno alocirati resurse u ovisnosti o odnosu između cijene razvoja i prihvatljivog rizika
- nema garancije da agilno razvijeni program uistinu radi, ali to ne nude ni alternativni pristupi

Proces: evolucija, inovacija

Činjenica: uspješni programi današnjice nastali **evolucijom**

- Windows Vista (50 MLoC) ← 86-DOS (1980)
- Linux 2.6 (5 MLoC) ← Linux 0.01 (1991, 10 KLoC)

Zaključak: programiranje nije slično **građevinarstvu**!

- bar ne toliko koliko to implicira vodopadni model
- za konkurentnost potrebna konstantna inovacija!
  (naše implementacije lako se prepravljaju i isporučuju)

Naš prirodni habitat je **fronta** tehnološke ekspanzije

- profit se odselio s osobnog računala: tablični kalkulator je davno napisan (VisiCalc, 1979, 7e5 primjeraka, Apple II)
- mobilne platforme, oglašavanje, umrežene aplikacije; razumijevanje slike, govora, prirodnog jezika; napredne ugrađene i robotičke primjene...

Proces: sloccount linux

`sloccount linux-2.6.28.7` (kazala)

```
SLOC    Directory       SLOC-by-Language (Sorted)
3340479 drivers         ansic=3336030,yacc=1688,asm=1136,perl=829,lex=779,
                        sh=17
1338785 arch            ansic=1127349,asm=209975,sh=615,yacc=307,lex=300,
                        awk=96,python=45,pascal=41,sed=29,perl=28
545820  fs              ansic=545820
377581  net             ansic=377581
356592  sound           ansic=356409,asm=183
250442  include         ansic=248816,cpp=1515,pascal=75,asm=36
74639   kernel          ansic=74334,perl=305
36459   mm              ansic=36459
32743   crypto          ansic=32743
25316   security        ansic=25316
24193   scripts         ansic=14432,perl=4707,cpp=1791,sh=1175,yacc=967,
                        lex=742,python=379
17146   lib             ansic=17146
10742   block           ansic=10742
7712    Documentation   ansic=5615,sh=1022,perl=857,lisp=218
5243    ipc             ansic=5243
2658    virt            ansic=2658
2283    init            ansic=2283
1803    firmware        asm=1598,ansic=205
833     samples         ansic=833
493     usr             ansic=491,asm=2
```

O predmetu

Što ćemo proučavati?

- elementi **programske organizacije** na razinama komponente (.5 kLoC), te paketa ili podsustava (5 kLoC)
  - pretpostavljamo izvorni kôd **opće namjene**
  - komponente mogu biti dio mobitelske aplikacije, ugradbenog uređaja, autonomnog robota, istraživačkog kôda, ...
- organizacijska **načela**, te **oblikovni obrasci** kojima se ona postižu za učestale razrede problema
- izabrane programske tehnike za ostvarivanje oblikovnih ciljeva (polimorfizam, dinamičke biblioteke, ugovorno oblikovanje)

Gradivo je većim dijelom **agnostično** s obzirom na operacijski sustav, programski jezik i model razvojnog procesa.

Pretpostavljamo osnovna znanja iz domene objektno orijentiranog programiranja (dinamički polimorfizam ćemo temeljito ponoviti).

O predmetu: uvjeti, bodovi

Aktivnosti: predavanja, vježbe (C, C++, Python, Java, ?), međuispit, završni ispit, klasični ispit

Kalendar nastave:

kraj ožujka:	L1
sredina travnja:	L2
kraj travnja:	MI
sredina svibnja:	L3
početak lipnja:	L4
sredina lipnja:	ZI
početak srpnja:	KI

Kontinuirana provjera:

laboratorij:	10 (A) + 10 (B)
ispiti:	40, 40
preduvjet:	40% laboratorija

Klasični ispit:
preduvjet: 40% laboratorija

Mogućnost dobivanja **bonus bodova** za: korisne sugestije, prijedloge novih tema ili vježbi, ekstra zadatke, seminare.

Ocjenjivanje: 2: 50%, 3: 63%, 4: 76%, 5: 89%.

O predmetu: plan

Što ćemo raditi tijekom ovog semestra?

1. načela programske organizacije:
   - motivacijski primjer, tehnike programiranja
   - načela logičkog i fizičkog oblikovanja
2. osnovni oblikovni obrasci
3. ostali oblikovni obrasci

Vježbe će se izvoditi u C-u, C++-u, te Pythonu ili Javi

- neke vježbe treba izvesti u C-u (1.1, 3.1.1) i C++-u (1.2-1.5, 3.1.3) (pogledajte cppčpp, javite kako da ga poboljšamo)
- možete riješiti samo jednu od vježbi 3.1.2, 3.1.3, i 3.1.4
- ostale vježbe možete pisati u proizvoljnom jeziku
- prevoditelj i operacijski sustav su proizvoljni
- termin za nadoknadu **jedne** vježbe: krajem semestra

O predmetu: literatura

Obrasci i načela programskog oblikovanja:

- Design Patterns; Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides; Addison-Wesley; 1995
- Agile Software Development: Principles, Patterns, and Practices; Robert C. Martin; Prentice Hall; 2002
- Head First Design Patterns; Elisabeth Freeman, Eric Freeman, Bert Bates, Kathy Sierra; O'Reilly Media, Inc.; 2004
- Large-Scale C++ Software Design; John Lakos; Addison-Wesley; 1996
- Effective Modern C++; S. Meyers; O'Reilly Media; 2014
- The Elements of Programming Style; Brian W. Kernighan, P. J. Plauger; Computing Mcgraw-Hill; 1978

O predmetu: literatura (2)

Modeli razvojnog procesa

- The Mythical Man-Month; F. Brooks; Addison Wesley; 1995
- The Pragmatic Programmer; A. Hunt, D. Thomas; Addison Wesley; 2000
- Generative Programming: Methods, Tools, and Applications; Krysztof Czarnecki, Ulrich Eisenecker; Addison-Wesley Professional; 2000
- Extreme Programming Adventures in C#; Ron Jeffries; Microsoft Press; 2004

O predmetu: literatura (3)

Literatura: C++, generičko programiranje

- [More] Effective {C++|STL}; S. Meyers; Addison Wesley; 1996
- C++ FAQs; Marshall P. Cline, Greg Lomow, Mike Girou; Addison-Wesley Professional; 1998
- Demistificirani C++; Julijan Šribar i Boris Motik; Element; 2006
- Generic Programming and the STL: Using and Extending the C++ Standard Template Library; Addison-Wesley Professional; Matthew H. Austern; 1998
- C++ Templates: The Complete Guide; David Vandevoorde, Nicolai M. Josuttis Addison-Wesley Professional; 2002
- Inside the C++ object model; Stanley Lippman; Addison-Wesley Professional; 1996