

Modeling and substitutability evaluation for black-box software components

Habilitační řízení v oboru Informatika a výpočetní technika

Přemek Brada, Katedra informatiky a výpočetní techniky
FAV ZČU Plzeň

23.5.2012

Agenda

- > Komponentový přístup k tvorbě software
- > Analýza a modelování komponent
- > Nahraditelnost a kompatibilita

- > Služba komunitě
- > Výhled

Komponentový přístup k tvorbě software



Plans for Full Reusability

09/29/2011

Reusability is key to the dramatic cost savings that will enable advancements in human exploration of space. The Dragon spacecraft is fully reusable and SpaceX is working toward the goal of delivering the world's first fully reusable launch vehicle.



Východiska

> Modularita + **skrývání informace**

- oddělené jednotky překladu
- rozhraní veřejné / implementace skrytá (Parnas 1972)
- compositionality (1985 deRoever, ...)

> **Kontrakt**

- syntaxe / sémantika a chování / mimofunkční (1999 Beugnard)
- assume-guarantee princip (Misra 1981, ...)

> Softwarové **architektury**

- specifikace částí, ADL (Medvidovic 2000)
- pravidla pro skládání, styly (Taylor 2010)

> **Typové systémy** a porovnávání

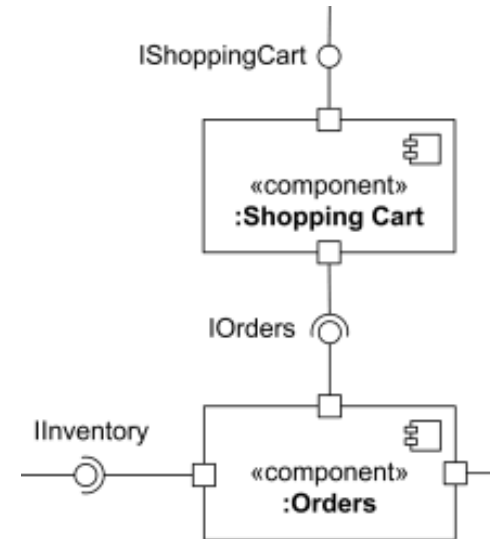
- Liskov substitution principle (1987)
- specification matching (Zaremski 1997)
- behavioural subtyping (Liskov 1994, Višňovský 2002)

```
set_hour (a_hour: INTEGER)
  -- Set `hour` to `a_hour`
  require
    valid_argument: a_hour >= 0
  do
    hour := a_hour
  ensure
    hour_set: hour = a_hour
  end
```




Softwarová komponenta

- > Dobře definovaná
stavební kostka software
 - **skládání**, zaměnitelnost
 - > vazby na základě prvků rozhraní
 - explicitní **specifikace** rozhraní
 - > poskytované funkce, závislosti
 - **obchodovatelnost** (třetí strany)



“A software component is a unit of composition with contractually specified interfaces and explicit context dependencies only. A software component can be deployed independently and is subject to composition by third parties.”

Komponentový model a rámec

- > Model = definice norem a konvencí
 - **typy komponent** a jejich elementy/charakteristiky
 - způsoby interakce
 - **pravidla** skládání  statické x dynamické
 - „Dodržování pravidel modelu odlišuje komponentu od obecného softwarového balíku.“
- > Rámec (framework) = implementace modelu
 - poskytuje podpůrné služby
 - vynucuje pravidla
 - řídí **životní cyklus**
 - poskytuje rozhraní

Analýza a modelování komponent

schopnost být skládán
explicitní vazby
lokalita změn
srozumitelnost



Analýza modelů a komponent

> Výzva

- neadekvátní modely pro analýzu existujících komponent a architektur

> Analýza komponent

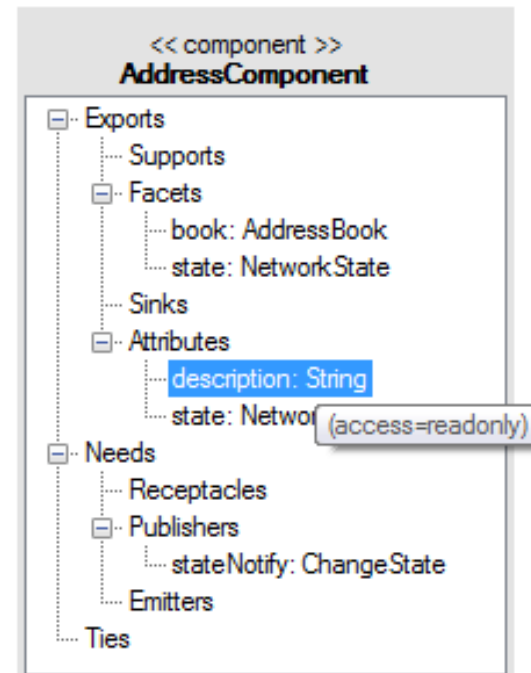
- metody **vytvoření specifikace existujících** binárních komponent
 - > vazby na meta-data
 - > analýza distribučních balíčků (reprezentace závislostí)

> ENT: **generický meta-model** pro komponentové aplikace

- fazety + strukturální data
 - > klasifikátor --> charakteristický rys
 - > vhodné pro lidské i strojové zpracování
- pokrývá většinu komponentových modelů

provided_services

- metatype: interface
- K: ({syntax}, {operational}, {single}, Lifecycle)
- tagset: service_filter
- extent: many



Garance zapouzdření

> Výzva

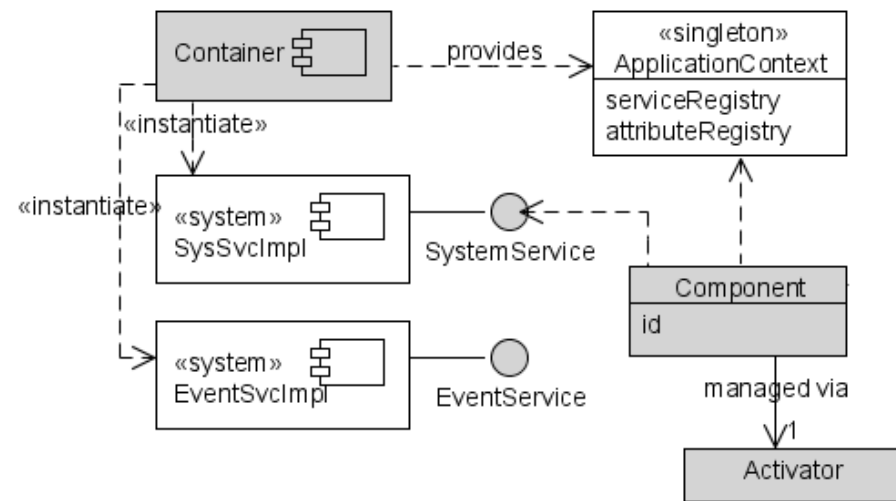
- jsou komponenty opravdu „black box“?
- vlastnosti průmyslových rámců

> Experimentální model CoSi

- dynamický model
- široké spektrum vlastností

> Kontrola zapouzdření

- modifikovatelný životní cyklus (interceptory, AOP)
- **prevence** vzniku závislostí na nedeklarovaných vlastnostech



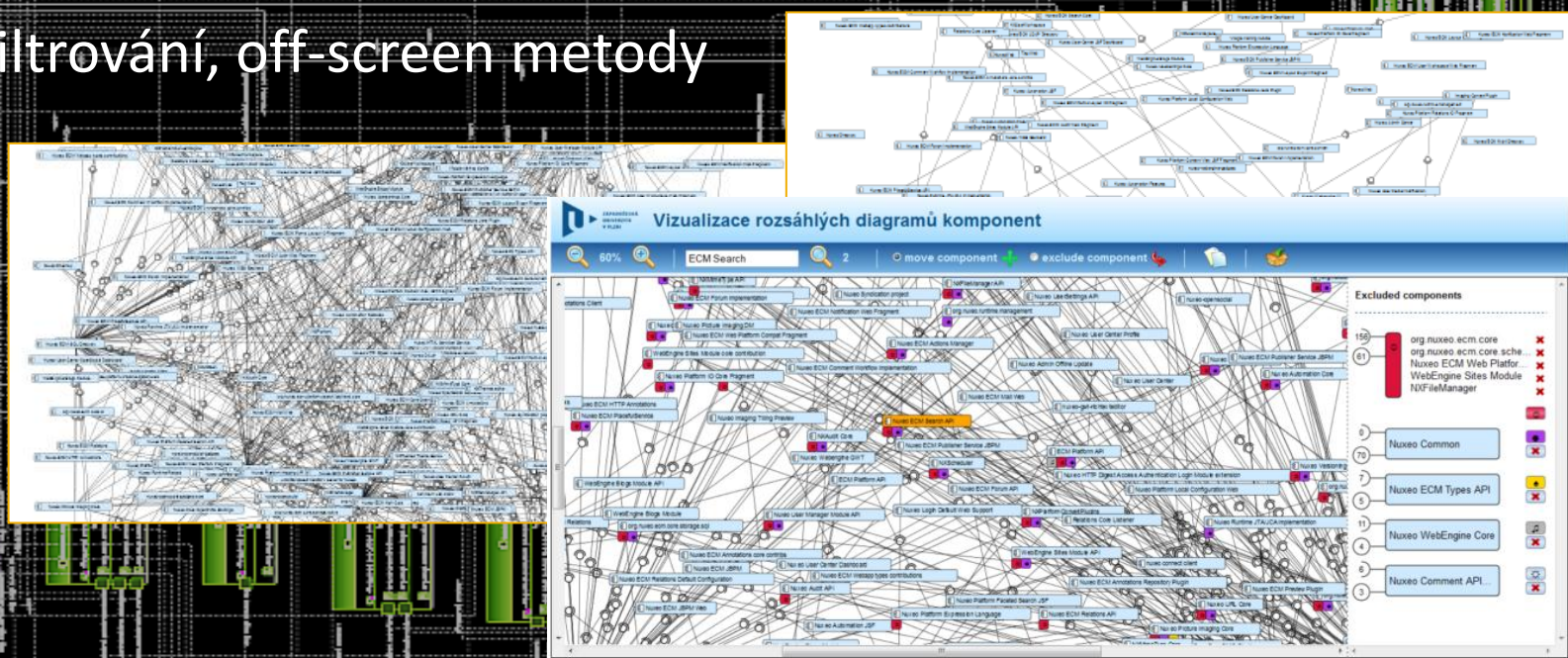
Vizualizace softwarových architektur

Výzva

- sw architektury = kognitivně složité vnitřní struktury

Interaktivní vizualizace

- filtrování, off-screen metody

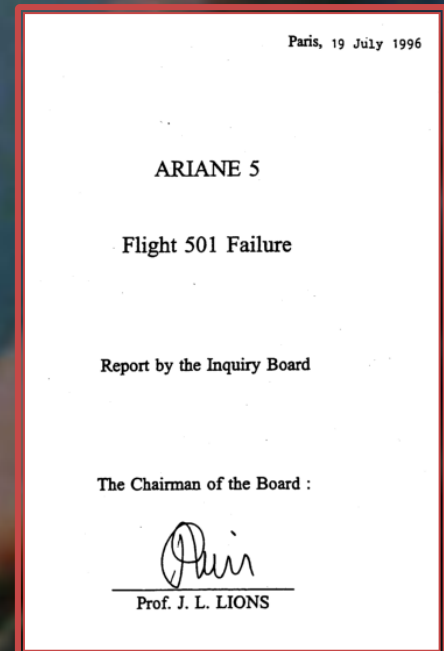


Vybrané publikace

- > Brada, Přemysl. *The CoSi Component Model: Reviving the Black-Box Nature of Components*. In Component-Based Software Engineering. Heidelberg : Springer, 2008, s. 318-333. ISBN: 978-3-540-87890-2
- > Brada, Přemysl. *A Look at Current Component Models from the Black-box Perspective*. In 2009 35th Euromicro conference on software engineering and advanced applications. Los Alamitos : IEEE Computer Society, 2009, s. 388-395. ISBN: 978-0-7695-3784-9
- > Bauml, Jaroslav; Brada, Přemysl. *Reconstruction of Type Information from Java Bytecode for Component Compatibility*. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2011, roč. 264, č. 4, s.3-18. ISSN: 1571-0661
- > Šnajberk, Jaroslav; Brada, Přemysl. *ENT: A Generic Meta-Model for the Description of Component-Based Applications*. Electronic Notes on Theoretical Computer Science, 2011, vol.279, pp.59-73, ISSN 1571-0661
- > Holý, Lukáš; Brada, Přemysl. *Viewport for Component Diagrams*. In: van Kreveld, Speckmann: Proceedings of 19th International Symposium on Graph Drawing poster session, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) vol. 7034, pp.443-444. Springer Verlag, 2011

Nahraditelnost komponent

On 4 June 1996, the maiden flight of the Ariane 5 launcher ended in a failure. Only about 40 seconds after initiation of the flight sequence, at an altitude of about 3700 m, the launcher veered off its flight path, broke up and exploded.



Kontrola nahraditelnosti: výzvy a možnosti

> Výzvy

- skládání komponent třetími stranami = velmi **pozdní vazba**
- závislost na **distribuční podobě** a dokumentaci
- **efektivita** vyhodnocení (cílová platforma)

> Možnosti kontroly

- meta-data (čísla verzí)
 - > závisí na kvalitě dat
- formální (algoritmické) porovnání
 - > **syntaxe** → typová kontrola
 - > sémantika (chování) → model checking
 - > **mimofunkční** → vyhodnocování funkcí

Original	Semantic	Changes
1.0.1	1.0.0	n/a
1.0.3	1.0.1	(none)
1.2.0	2.0.0	modif
1.2.1	2.0.1	(none)
1.4.0	2.1.0	extension

Kontroly nahraditelnosti založené na typových informacích

> Prerekvizita:

typová reprezentace rozhraní komponenty

- $C = (E^P, E^R)$; $E = \{ e_i \mid e = (n, T, r, o, a) \}$

> Silná nahraditelnost

- $A^r <: A^c \iff \forall p^r <: p^c \wedge \forall r^r :> r^c$
- reprezentace rozdílů

```
Vehicle v := (Car) ford;  
// Car <: Vehicle
```

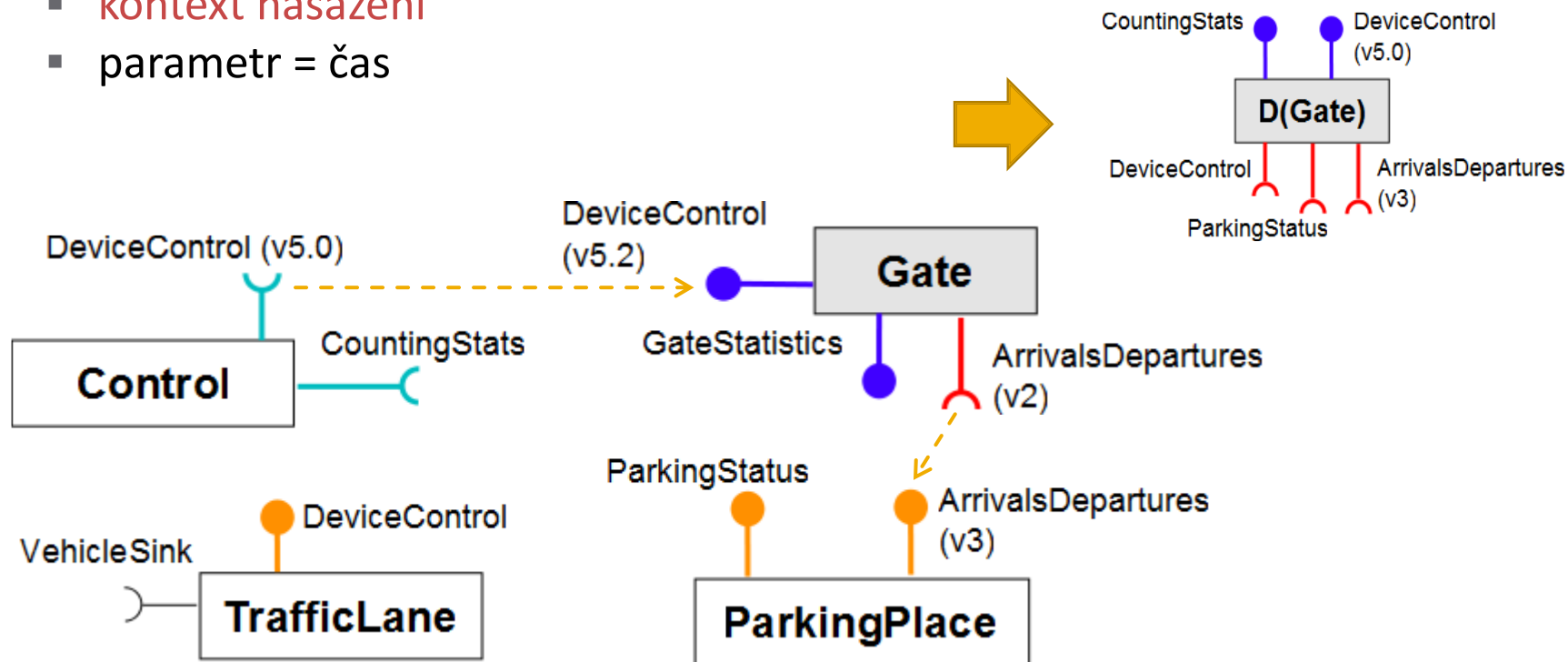
> Aplikace

- automatické vytváření **sémantických čísel verzí**
- Openmatics
 - > silná kompatibilita pro API + 3rd party OSGi aplikace
 - > simulační ověřování EFP



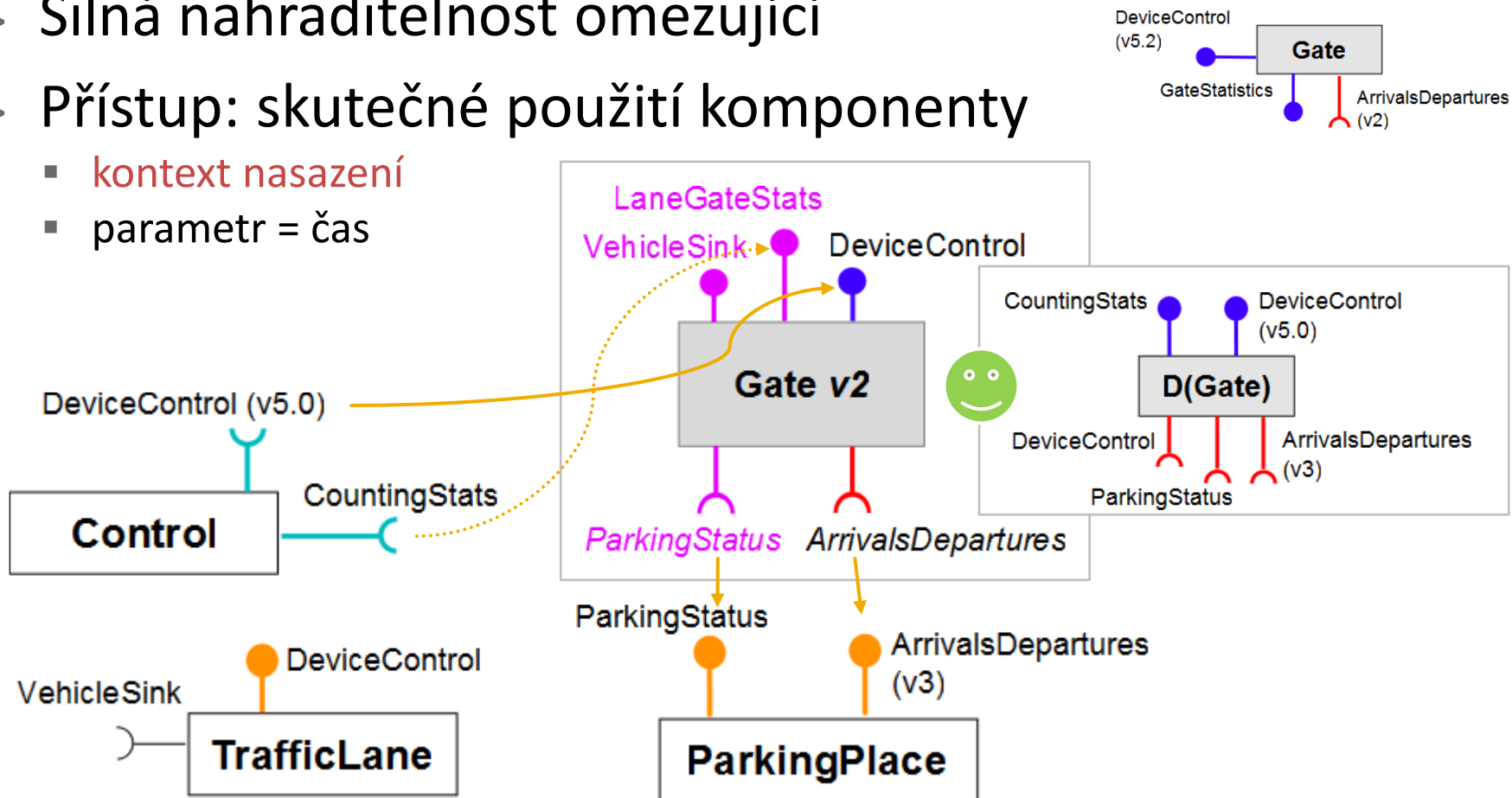
Kontextová nahraditelnost

- > Silná nahraditelnost omezující
- > Přístup: skutečné použití komponenty
 - kontext nasazení
 - parametr = čas



Kontextová nahraditelnost

- > Silná nahraditelnost omezující
- > Přístup: skutečné použití komponenty
 - kontext nasazení
 - parametr = čas



Kompatibilita mimofunkčních charakteristik

> Výzvy

- charakteristiky (hodnoty) kontextově závislé
- nedostatek normalizace (zejm. pro CBSE)

> Generický meta-model

Jednotná sémantika

- primitivní, složené a odvozené charakteristiky
- **deklarace** (typ) – centrální úložiště (GR)
- **definice** (hodnota) – doménová úložiště (LR)

> Způsob porovnání

- **přiřazení** komponentám
- určení hodnot – vazby na konkrétní LR
- postupné **vyhodnocování**

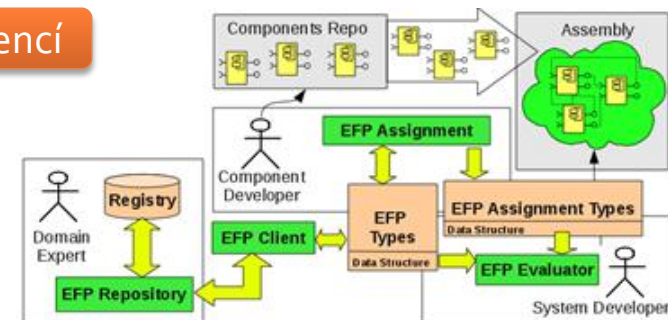
Detekce nekonzistencí

GR

(throughput, int, γ , {unit: ‘‘MB’’, names: {low, avg, high}})

LR-GPRS:

throughput: low = 10, high=5000, ...



Vybrané publikace

- > Brada, Přemysl. *Metadata support for safe component upgrades*. In Proceedings of COMPSAC'02, the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference, Oxford, England, August 2002. IEEE Computer Society Press. ISBN: 0-7695-1727-7
- > Brada, Přemysl; Valenta, Lukáš. *Practical Verification of Component Substitutability using Subtype Relation*. In 32nd Euromicro conference on software engineering and advanced applications (SEAA). Los Alamitos : IEEE Computer Society, 2006, s. 38-45. ISBN: 0-7695-2594-6
- > Bauml, Jaroslav; Brada, Přemysl. *Automated Versioning in OSGi: a Mechanism for Component Software Consistency Guarantee*. In 2009 35th Euromicro conference on software engineering and advanced applications. Los Alamitos : IEEE Computer Society, 2009, s. 428-435. ISBN: 978-0-7695-3784-9
- > Brada, Přemysl. *Enhanced Type-Based Component Compatibility using Deployment Context Information*. Electronic Notes on Theoretical Computer Science, 2011, vol.279, pp.17-31, ISSN 1571-0661
- > Ježek, Kamil; Brada, Přemysl. 6th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering – Revised Selected Papers, chapter *Formalisation of a Generic Extra-functional Properties Framework*. Accepted for publication in Communications in Computer and Information Science (CCIS), vol 275, ISSN: 1865-0929. Springer-Verlag, 2012.

Služba komunitě
Výhled do budoucna

Granty

- > (GAČR 1999-2001 „Developing software components for distributed environment“)
- > **GAČR 2008-2010** „Methods and models for consistency verification of advanced component-based applications“
- > **GAČR 2011-2013** „Methods of development and verification of component-based applications using natural language specifications“
- > Další: FRVŠ 2004, IBM 2007, ZČU TALENT

Vzdělávání

- > Navazující a bakalářský stupeň (2001+)
 - Principy / Pokročilé **softwarové inženýrství**, Moderní trendy v softwarovém inženýrství (seminář)
 - Java technologie pro **enterprise aplikace**, Programování internetových aplikací, Znalostní a informační management
- > **Diplomové** a bakalářské práce (> 100)
- > Vedení **PhD** studentů (2006+)
 - Kamil Ježek „Extra-Functional Properties Support For a Variety of Component Models“ (podána disertace)
- > Zapojení v mateřské instituci
 - vedoucí oddělení softwarového inženýrství a IS (2011)
 - akademický senát
 - interní projekty (Courseware)

Odborná komunita

> Programové výbory

- Euromicro SEAA (2007+)
- SOFSEM (2011+)
- QUASOSS, CNSI, Objekty

> Vztahy s průmyslem

- zvaní přednášející, CZJUG
- Enterprise Software Engineering Competence Center (2011)
- odborné akce

Výhled do budoucna

- > Nahraditelnost v prostředí s **omezenými zdroji**
 - optimalizace algoritmů
 - použití meta-dat agregujících výsledky kontrol
- > Vizualizace **složitých sw architektur**
 - rozložení diagramů a interakce s nimi založené na datech
 - aspekty použitelnosti
- > Analýza a efektivita **softwarových procesů**
 - zúročení praktických zkušeností
- > **Transfer** poznatků do výuky
 - navazující a doktorský stupeň



Děkuji

Doktorandům, Bc a Ing studentům
Kolegům v ČR i zahraničí
Rodině

...