

# Webové a agentové technologie

Pavel Burian

- Co jsou agenty a multiagentní systémy
- Návrh a programování multiagentního systému
- Multiagentní systém řídí podnik i technologii
- Distribuovaná inteligence a multiagentní systémy
- Případové studie aplikací multiagentních systémů

## Poděkování a podpora

Děkuji své přítelkyni ing. Alexandře Trnkové za pomoc při překreslování obrázků.

Děkuji generálnímu řediteli ing. Milanu Teplému společnosti MADETA a.s. za umožnění spolupráce a získání informací z vybraných technologických i podnikových procesů společnosti MADETA a.s.

Děkuji pracovníkům jihočeské společnosti MADETA a.s. za poskytnutí technických i programových podkladů pro popis chování výrobní linky zakysávaných výrobků.

Tato publikace byla vypracována za podpory programu č. MSM 6046137306 MŠMT ČR, za což děkuji.

# **Webové a agentové technologie**

Pavel Burian

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

# Webové a agentové technologie

**Ing. Pavel Burian, CSc.**

Vydala Grada Publishing, a.s.  
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7  
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400  
[www.grada.cz](http://www.grada.cz)  
jako svou 4829. publikaci

Odpovědný redaktor Ing. Pavel Němeček  
Sazba a zlom Tomáš Břejcha  
Počet stran 384  
Vydání 1., 2012

Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

© Grada Publishing, a.s., 2012  
Cover Photo © allphoto.cz

ISBN 978-80-247-4376-9 (tištěná verze)  
ISBN 978-80-247-7687-3 (elektronická verze ve formátu PDF)  
ISBN 978-80-247-7688-0 (elektronická verze ve formátu EPUB)

Úvod .....	11
------------	----

# 1.

## Cíle knihy

# 2.

## Základní definice, definice odvozených pojmů a charakteristika vybraných myslitelů

2.1 Informace, Teorie informace, Informační systémy, Analýza systémů, Systémová integrace aj., Nová definice Informačních systémů, Počítání typu „Cloud“, Sociální sítě .....	17
2.2 Od dat k informacím, od informací ke znalostem (management dat, informací, znalostí), Informační a Kooperativní společnost .....	23
2.3 Umělá inteligence, Distribuovaná umělá inteligence, Emergence, Konekcionismus .....	27
2.4 Kybernetika, Nová kybernetika .....	30
2.5 Indukce, Dedukce, Analýza, Syntéza, Modelování, Teorie aj. ....	34
2.6 Myšlenky Platona, Racionalismus a jeho představitelé, Empirismus a jeho představitelé, myšlenky I. Kanta z hlediska poznání .....	37
2.7 Základní a stručná charakteristika multiagentních systémů a metody umělé inteligence v multiagentních systémech .....	43
2.8 Charakteristika dalších vybraných myslitelů .....	44

# 3.

## Informační systémy, interakce a algoritmy – Paradigma posunu od algoritmů k interakcím

3.1 Paradigma posunu od algoritmů k interakcím od Turingova stroje k Interakčnímu stroji .....	55
3.1.1 Interaktivní základy počítání .....	56
3.1.2 Za on-line algoritmy .....	58
3.1.3 Co jsou agenty a multiagentní systémy .....	58
3.1.4 Tvzení (Propositions) .....	59
3.1.5 Rozšíření klasického Turingova stroje .....	59
3.2 Od racionalismu k empirismu .....	60
3.3 Informační systém jako spojení databází a interakcí .....	62
3.3.1 K základům projektu informačního systému .....	62
3.3.2 Databáze, informační systémy a jejich uživatelé .....	62
3.3.3 Využití jazyka UML pro modelování informačních-interaktivních procesů .....	63
3.3.4 Formální modely databázových a informačních systémů .....	64
3.3.5 Klasická a Nová definice Informačního systému .....	65

<b>3.4 Přesnější definice základů matematického modelování interakčních procesů</b> .....	66
3.4.1 Konečné počítání agenty, definice Turingova stroje, popis Interakčních strojů, Matematiky interaktivního počítání, Interaktivní technologie ...	66
3.4.2 Modely sekvenčních interakcí .....	69
3.4.3 Matematiky sekvenčních interakcí .....	69
3.4.4 Za sekvenčním počítáním .....	71
3.4.5 Specifikace Interakčních (Interaktivních) systémů .....	72
3.4.6 Závěrečné úvahy .....	72

# 4.

## **Základní vlastnosti, komunikace, metodologie návrhu, Servisně orientovaná architektura – SOA Multiagentních systémů**

<b>4.1 Definice a stručný popis agentů</b> .....	75
<b>4.2 Komunikace, kooperace, vyjednávání (protokoly a metody), koordinace agentů</b> .....	79
<b>4.3 Systémové a softwarové inženýrství multiagentních systémů (Metodologie návrhu a vývoje)</b> .....	86
4.3.1 Metodologie MaSE (Multiagent Systems Engineering) .....	87
4.3.2 Ontologie a návrh a modelování multiagentních systémů .....	89
4.3.3 Jadex – Nástroj pro vývoj multiagentních systémů .....	90
4.3.4 Agenty v systému Jadex identifikované metodologií MaSE .....	91
<b>4.4 Stručný popis jazyka UML a možnosti jeho rozšíření pro popis multiagentních systémů</b> .....	92
4.4.1 Stručný popis objektově orientovaných principů a jazyka UML (Unified Modelling Language) .....	92
4.4.2 Rozdíly mezi objekty a agenty a rozšíření jazyka UML pro agentové systémy .....	102
<b>4.5 Jazyk Java a možnosti popisu multiagentních systémů</b> .....	109
<b>4.6 Multiagentní systémy a Servisně orientovaná architektura – SOA</b> .....	111
4.6.1 Agentové a na služby orientované technologie .....	111
4.6.2 Agentové metodologie orientované na služby – Servisně orientované metodologie .....	112
4.6.3 Agentově-založená servisně orientovaná architektura .....	113
4.6.4 Skládání služeb v souvislosti s architekturou podniku, společností orientovaných na služby .....	115
4.6.5 Závěr – Servisně orientované multiagentní systémy a jejich rozvoj ve spolupráci se SOA a SOC .....	118

# 5.

## **Inteligentní, výrobní, distribuované multiagentní systémy a agentové kolony v řízení, ovládání a optimalizaci průmyslových procesů**

<b>5.1 Agentově založené inteligentní výrobní systémy</b> .....	125
<b>5.2 Standardy pro integrované výrobní systémy</b> .....	128
<b>5.3 Distribuované výrobní systémy</b> .....	129

<b>5.4 Systémy MAS a základní programové vybavení automatizačních systémů</b>	132
<b>5.5 Multiagentní systémy a řízení výroby</b>	139
5.5.1 Stručný přehled vlastností Multiagentních systémů	139
5.5.2 Proč používat Multiagentní systémy v řízení podniku, společnosti	139
5.5.3 Systém PABADIS – systém typu MES s distribuovanou inteligencí	140
5.5.4 Přínosy systému PABADIS a typické aplikační oblasti	145
<b>5.6 Agentové kolony při ovládání a optimalizaci průmyslových procesů</b>	146
5.6.1 Rozbor řešení problému	146
5.6.2 Charakteristika vybraných úloh a problémů řešitelných pomocí chování agentových kolon	146
5.6.3 Chování mravenčích kolon a systém shánění potravinových zdrojů s využitím feromonového principu	148
5.6.4 Příklady řešení úloh a ovládání průmyslových procesů založených na chování kolon využívajících feromonového principu	150
5.6.5 Systém shánění potravinových zdrojů včelí kolonou s pomocí kývavého, kmitavého tance (waggle dance) a prozkoumáváním květinových polí	156
5.6.6 Příklad postupu řešení úloh založených na chování včelích kolon s využitím kývavého, kmitavého tance (waggle dance) a shánění (foraging) potravy, prozkoumáváním květinových polí	157
5.6.7 Závěrečné úvahy a příklady použití týkající se algoritmů hmyzích kolon	159
5.6.8 Závěr – Shrnující požadavky a doporučení	160

# 6.

## **Podnikové ERP systémy, Webové služby, Multiagentní systémy a prostředí počítání typu „Cloud“**

<b>6.1 Definice a analýza vybraných pojmů a vztahů, rozbor řešení problémů</b>	167
<b>6.2 Multiagentní systémy – architektura, koordinace a workflow v ERP systémech</b>	175
6.2.1 Kam směřuje architektura ERP systémů a co znamená koordinace agentů reprezentující komponenty ERP?	175
6.2.2 Jak mohou být vytvářeny a koordinovány agenty z komponent ERP systémů?	176
6.2.3 Workflow a webové služby jako nástroj koordinace pro komponenty a agenty ERP systémů	177
6.2.4 Příklady aplikací	178
<b>6.3 Multiagentní systémy a SCM (Řízení dodavatelských řetězců) ERP systémů</b>	180
6.3.1 Procesy dodavatelského řetězce a model SCOR	181
6.3.2 Základní vlastnosti multiagentních systémů	181
6.3.3 Architektury multiagentních systémů MAS vhodné pro SCM	182
6.3.4 Modelování a průmyslové aplikace MAS pro řízení dodavatelského řetězce SCM	186

<b>6.4 Multiagentní systémy a konkurenceschopnost výrobních a logistických ERP systémů</b>	187
6.4.1 Jaké jsou nejdůležitější procesy v podniku, co může zlepšit konkurenceschopnost a proč používat multiagentní systémy?	187
6.4.2 Multiagentní systémy ve struktuře podnikových procesů	188
6.4.3 Konkrétní příklady použití multiagentních systémů při monitorování a řízení podnikových procesů	189
<b>6.5 Multiagentní systémy pro servisně a na počítání orientovanou architekturu (SOA a SOC) v ERP systémech</b>	192
6.5.1 Agentové a na služby orientované technologie	192
6.5.2 Agentové metodologie orientované na služby – Servisně orientované metodologie	194
6.5.3 Agentově-založená servisně orientovaná architektura	195
6.5.4 Skládání služeb v souvislosti s architekturou podniku, společností orientovaných na služby	197
6.5.5 Závěr – Servisně orientované multiagentní systémy a jejich rozvoj ve spolupráci se SOA a SOC	198
<b>6.6 Počítání typu „Cloud“ a podnikové informační systémy s Multiagentními systémy</b>	199
6.6.1 Počítání typu „cloud“ a služby jako nové příležitosti a výzvy pro podnikové informační technologie a systémy	199
6.6.2 Počítání typu „cloud“, workflow a na Služby orientovaná architektura (SOA)	200
6.6.3 Počítání typu „cloud“ v podnikové i univerzitní oblasti, příklady aplikací	201
6.6.4 Poskytovatelé služeb počítání typu „cloud“	203
6.6.5 Cíle uplatnění multiagentních systémů a počítání typu „Cloud“ v podnikových ERP systémech	204
6.6.6 Koordinace událostmi řízených služeb pro integraci procesů ve „všudypřítomném“ ERP podnikovém prostředí	205
6.6.7 Rekonfigurovatelné výrobní systémy a jejich procesní řízení pomocí Multiagentních systémů v rámci podnikových ERP systémů	206
6.6.8 Metodika použití Multiagentních systémů a ERP podnikových systémů v prostředí počítání typu „Cloud“	208
6.6.9 Závěr pro použití MAS a ERP v prostředí typu „Cloud“	210

# 7.

## **Diagnostika chybových stavů typického vsádkového procesu, modely vybraných chemicko-technologických a potravinářských jednotek a diagnostika chybových stavů**

<b>7.1 Model typického vsádkového procesu</b>	217
<b>7.2 Definice důležitých chybových (fault) stavů typického vsádkového procesu</b>	219
<b>7.3 Použití modelu a přístupu DMP (Diagnostic Model Procesor) a DMA (Deep Model Algorithm) při diagnostice chybových stavů vsádkových procesů</b>	221



<b>7.4 Modely vybraných chemicko-technologických a potravinářských jednotek procesního průmyslu a diagnostika chybových stavů</b>	228
7.4.1 Charakteristika a rozbor vlastností procesních systémů	228
7.4.2 Stručný popis vybraných chemicko-technologických jednotek z hlediska jejich vnitřních parametrů a z hlediska vlivu okolního prostředí (vstupů a výstupů)	232
7.4.3 Popis vybraných subsystémů, běžně se vyskytujících v chemické a potravinářské technologii a diagnostika chybových stavů	234
7.4.4 Možnost popisu chování standardních, výjimečných, chybových stavů subsystémů, jednotek pomocí neuronových sítí	245
7.4.5 Multiagentní systém jako množina agentů, prostředí a spojení mezi nimi	245
7.4.6 Příklady modelů vybraných chemicko-technologických a potravinářských jednotek, subsystémů procesního průmyslu	246
<b>7.5 Vybrané informace z hlediska požadavků na ovládání chybových, výjimečných stavů (Exceptional Handling) vsádkových procesů</b>	251

# 8.

## **Multiagentní systémy, virtuální modelování, projektování, modelování a řízení vsádkových procesů**

<b>8.1 Jazyky UML a BatchML pro projekty řízení vsádkových výroby</b>	259
8.1.1 Co znamenají objektově-orientované technologie při projektování, programování a řízení chemických a vsádkových výroby?	260
8.1.2 Jazyk BatchML, UML a standard ANSI/ISA-S88	264
8.1.3 Jazyk B2MML a standard ANSI/ISA-S95	272
8.1.4 Objektové přístupy jako nástroj pružné flexibilní procesní vsádkové výroby a výměny informací s podnikovými systémy	276
<b>8.2 Virtuální monitorování, chování, řízení a projektování vsádkových procesů a systém ControlDraw</b>	278
8.2.1 Virtuální monitorování a řízení vsádkových procesů, statické a dynamické vlastnosti	278
8.2.2 Jaké základní prvky a objekty používáme při vytváření modelů vsádkových procesů?	279
8.2.3 Diagramy vsádkových procesů, statické a dynamické vlastnosti a jejich chování	282
8.2.4 Vytváření a ovládání automatizovaných projektů a dokumentace monitorování a řízení systémů vsádkových procesů	286
8.2.5 Závěrečný souhrn funkcí a vlastností systému ControlDraw v oblasti vsádkových procesů	287
<b>8.3 Zobrazení a stručný popis technol. linky na výrobu jogurtů pomocí dotykového ovl. panelu v systému SYSMAC CS Series</b>	287
<b>8.4 Stavové matice a Stavové diagramy pro vybrané standardní fáze tanku, jednotky T406 Zrácího tanku – un_T406</b>	290
<b>8.5 Multiagentní systémy a řízení vsádkových procesů</b>	296
8.5.1 Vybrané základní vlastnosti a charakteristiky MAS	296
8.5.2 Co znamenají objektově-orientované technologie při projektování, programování a řízení chemických a vsádkových výroby a jak je lze rozšířit pro agentové systémy?	297

8.5.3 Návrh použití multiagentních systémů při řízení vsádkových procesů .....	298
8.5.4 Závěr pro vsádkové procesy, jejich standardy, řízení a užití MAS .....	304

# 9.

## Případové studie

<b>9.1 Multiagentní systémy v diagnostice a ovládání vsádkových procesů a laboratorní filmové odpadky .....</b>	<b>310</b>
9.1.1 Úvod .....	311
9.1.2 Vsádkové systémy, ISA-S88 a základní charakteristika .....	312
9.1.3 Ovládání chybových, výjimečných stavů (Exception Handling) .....	313
9.1.4 Jadex – Nástroj pro vývoj multiagentních systémů .....	316
9.1.5 Případová studie (Case Study) – Agenty v systému Jadex pro diagnostiku a ovládání vsádkových (i kontinuálních) procesů v mlékárenském průmyslu – jihočeské společnosti MADETA a.s. ....	317
9.1.6 Multiagentní systém pro odpadku (MASEva) .....	322
<b>9.2 Multiagentní systém pro diagnostiku chybových stavů a ovládání zařízení a procesů jogurtového zracího tanku .....</b>	<b>329</b>
9.2.1 Úvod – Proč používat Multiagentní systémy pro diagnostiku, poruchové stavy a ovládání vsádkových zařízení a procesů? .....	329
9.2.2 Diagnostika a ovládání chybových, výjimečných stavů (Exceptional Handling) vsádkových zařízení a procesů .....	331
9.2.3 Popis zracího tanku, technologické linky na výrobu jogurtů a receptury realizované na lince .....	335
9.2.4 Modelové programové řešení monitorování a diagnostiky chybových stavů vybrané fáze jednotky zracího tanku un_T406. ....	338
<b>9.3 Portál Oracle pro monitorování a ovládání vybraných průmyslových procesů pomocí jazyků typu XML (Modelová Případová studie pro zrací jogurtový výrobní tank společnosti MADETA a.s.) .....</b>	<b>344</b>
9.3.1 Úvod – Stavba a struktura portálu .....	344
9.3.2 Jazyky typu XML .....	345
9.3.3 Standard OPC pro průmyslovou komunikaci .....	347
9.3.4 Průmyslové procesy, Tank T406, Portál Oracle, Případová studie .....	350
9.3.5 Závěr .....	359

# 10.

## Možné přínosy práce, závěrečné úvahy a doporučení

<b>10.1 Možné přínosy práce v koncepční, metodologické a průmyslové oblasti .....</b>	<b>363</b>
<b>10.2 Závěrečné úvahy a doporučení .....</b>	<b>365</b>

<b>Seznam důležitých symbolů, základních pojmů a zkratk .....</b>	<b>369</b>
<b>Anotace – Souhrn .....</b>	<b>373</b>
<b>Summary .....</b>	<b>374</b>
<b>Rejstřík .....</b>	<b>375</b>

# Úvod

**Multiagentní systémy** patří mezi poslední generace **inteligentních programových systémů**. Multiagentní systémy se objevují jako odpovídající přístupu a přiblížení se k současným výzvám, které se objevují v mnoha oblastech. Dvě z charakteristik řešení, objevující se v těchto výzvách, které jsou dosti obtížné, aby jich bylo možné dosáhnout, jsou **provozní spolehlivost (Dependability)** a **pružnost (Resilience)**, oba koncepty ve vztahu k reakcím multiagentních systémů na neočekávané situace, události např. výjimečné (Exceptions) události. Multiagentní systémy by tyto charakteristiky řešení, koncepty byly schopny zvládnout. **Provozní spolehlivost (Dependability)** se obrací ke kvalitám programových systémů v termínech, kategoriích použitelnosti, spolehlivosti, jistoty a bezpečnosti. **Pružnost systému** je schopnost systému dosáhnout svůj cíl (navzdory interním problémům) při „ponoření se“ (immersion) do často **dynamického a nespolehlivého okolního prostředí**.

Mezi důležité vlastnosti multiagentních systémů patří též, že to jsou **otevřené, vzájemně spolupracující** a v **heterogenním prostředí pracující** systémy. **Otevřenost (Openess)** dovoluje agentu vstupovat a opouštět systém dynamicky. **Vzájemná spolupráce (Interoperability)** respektuje existenci společných koordinačních a interakčních mechanismů v souvislosti se zasílanými zprávami mezi agenty. **Heterogenost (Heterogeneity)** znamená, že agent může mít vztah k různé architektuře, programovacím jazykům nebo mechanismům přijímajícím účast v systému, který agentu poskytne předpoklady kompletní vzájemné spolupráce. Tyto vlastnosti jsou důležité v průmyslových programových aplikacích.

Tato publikace si všímá již více jak 2 000 let probíhajících sporů, vzájemného osočování a konfliktů, ale i spolupráce při uplatňování racionalistických a empirických, empiricistních metod poznání reálného světa a následného uplatnění tohoto poznání (vzniklého a vznikajícího z výše uvedených procesů) v informačních, diagnostických a řídicích systémech průmyslových procesů zejména v chemickém, potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

Publikace nestrání ani racionalismu ani empirismu, jejich soubor resp. konfrontace resp. koexistence resp. soužití trvá jako paradigma již více jak 2 000 let.

Chce však též ukázat, že algoritmický přístup odpovídající spíše racionalistickému přístupu má svá omezení, a že řadu úloh formulovaných v tzv. **Nové kybernetice, Distribuované umělé inteligenci**, lze řešit pomocí interakcí, často jednodušeji než při algoritmickém přístupu nebo v případě, že úloha je algoritmicky neřešitelná. Interakční přístup přitom odpovídá empiristickému přístupu a je podrobně popsán v kapitole 3.

Kontrast mezi algoritmickými a interaktivními modely je paralelou rozdílu přístupu racionalismu a deduktivního způsobu myšlení vůči empirismu a induktivnímu a koinduktivnímu způsobu myšlení.

Turingův stroj odpovídá Platónovým myšlenkám. Rozšířením od Turingova stroje k Interakčnímu stroji, od procedurově-orientovaných k objektově-orientovaným systémům je výpočetní analogií osvobození od Platónova pohledu na svět, který vede k vývoji empirické vědy. Interakční stroj poskytuje konceptuální model pro softwarové inženýrství, multiagentní systémy a reálný svět, počítačovou architekturu aj. (podrobněji v kapitole 3).

Gödlůva věta o neúplnosti aritmetiky ukázala trhlinu v racionalistické logice.

„Buď je lidská mysl schopna odpovědět na více otázek z teorie čísel než kterýkoli stroj, anebo existují číselně-teoretické otázky, na které lidská mysl odpovědět nedovede. Ke každému rozhodovacímu programu existuje zodpověditelná otázka, na kterou tento program nedovede odpovědět.“

V podtextu publikace můžeme nacházet někdy sugestivně pokládané otázky typu:

**Nadchází soumrak algoritmů?**

**Zvítězí interakce?**



# 1. | Cíle knihy

Jaké jsou cíle následujících kapitol? Čím se publikace zabývá?

## Cíle následujících kapitol jsou zejména:

- Zpřesnit a nově definovat pojem Informační systém v rámci Kybernetiky.
- Ukázat, že informační systém neslouží jen pro informování, ale též pro řízení.
- Ukázat souvislost řešení a poznávání problému z hlediska racionalismu a empirismu ve filosofii a řešení a poznávání problému algoritmickými přístupy a přístupy z oblasti distribuované umělé inteligence (multiagentních systémů) a Nové Kybernetiky.
- Ukázat na Paradigma posunu od algoritmů k interakcím.
- Popsat vlastnosti multiagentních systémů, jejich komunikaci, kooperaci, vyjednávání a popsat jejich aplikace v oblasti monitorování, ovládání a diagnostiky technologických procesů, řízení výroby i v oblasti systémů typu ERP (Enterprise Resource Planning) zejména v procesním průmyslu.
- Popsat metody systémového a softwarového inženýrství – životní cyklus rozsáhlého multiagentního systému a jejich užití, popsat metodologii návrhu multiagentního systému.
- Provést stručný popis objektivě orientované technologie a systémů a její využití pro popis multiagentních systémů (rozdíly a společné vlastnosti).
- Popsat a provést rozbor souvislostí Multiagentních systémů a Servisně orientované architektury – SOA.
- Popsat užití Multiagentních systémů a Servisně orientované architektury – SOA při řízení technologických i podnikových procesů s využitím prostředí počítání typu „Cloud“ (Cloud Computing).
- Popsat použití multiagentních systémů v distribuovaných, inteligentních systémech při řízení výroby.
- Popsat použití Agentových kolon při ovládání a optimalizaci průmyslových procesů.
- Popsat a provést rozbor nasazení Multiagentních systémů v podnikových ERP systémech.
- Navrhnout použití Multiagentních systémů pro zvýšení konkurenceschopnosti výrobních a logistických ERP systémů.
- Navrhnout a provést rozbor nasazení Multiagentních systémů pro Servisně a na počítání orientovanou architekturu (SOA a SOC).
- Ukázat možnosti počítání typu „Cloud“ a využití v podnikových ERP systémech.
- Popsat možnost Virtuálního monitorování, chování, řízení a projektování vsádkových procesů.
- Popsat a provést rozbor diagnostiky chybových stavů typického vsádkového procesu, modelů vybraných chemicko-technologických a potravinářských jednotek a diagnostiky chybových stavů.
- Provést rozbor vhodnosti nasazení multiagentních systémů v oblasti vsádkové a polokontinuální chemické a potravinářské výroby.
- Popsat aplikace multiagentního systému v rámci Případových studií v průmyslové oblasti.

**Ve druhé kapitole** se definují základní pojmy z oblasti Informačních systémů, Kybernetiky, Nové kybernetiky, Distribuované umělé inteligence, Počítání typu „Cloud“, Sociálních sítí, objektivě orientovaných a multiagentních systémů aj., ale také jsou uvedeny filosofické směry a názory vybraných myslitelů z hlediska poznání.

Je uvedena základní a stručná charakteristika multiagentních systémů a metod umělé inteligence v multiagentních systémech.

Některé pojmy z oblasti „informační vědy“ se od dob zakladatelských prací N. Wienera a C. Shanona příliš nezměnily. Existuje však jistá krize a vágnost pojmů v oblasti „vědy o informacích“. K odstranění této vágnosti práce přispívá novou definicí informačních systémů. Těž jsou charakterizováni vybraní myslitelé ve vztahu k uvedeným pojmům.

**Třetí kapitola** se zabývá paradigmatem posunu od algoritmů k interakcím, uvádí interaktivní základy počítání, dále se zabývá paradigmatem posunu od Turingova stroje k Interakčnímu stroji a od racionalismu k empirismu. Ukazuje souvislost s řešením problémů ve filosofické a technické oblasti. Často pracně objevené řešení problému v technické oblasti již dříve formuloval filosof, k řešení problému se lze inspirovat ve filosofických směrech nebo řešení problému mohou inspirovat biologické systémy. Jsou uvedeny základy matematicky interaktivního počítání. **Informační systém** je definován jako spojený **interakcí a databází** (včetně nástrojů pro získávání informací a znalostí z databází zejména pomocí umělé inteligence).

**Čtvrtá kapitola** uvádí stručný popis a návrh multiagentních systémů. Uvádí definice a stručný popis agentů, funkční modely agentových systémů, komunikaci, kooperaci, vyjednávání agentů. Dále se kapitola zabývá problematikou systémového inženýrství multiagentních systémů, metodologiemi návrhu, vývoje a celkového životního cyklu multiagentního systému. Podrobněji popisuje např. metodologii MaSE (Multiagent System Engineering), metodologii založenou na rozšíření jazyka UML (Unified Modelling Language) pro popis multiagentních systémů a stručně popisuje další metodologie životního cyklu multiagentního systému. Těž v souvislosti s jazykem Java na něm založené vybrané prostředky pro popis multiagentních systémů (MAS).

Kapitola popisuje metodologie a multiagentní systém Jadex a **popisuje vlastní návrh informačního systému pomocí multiagentního systému**.

V závěru se kapitola zabývá využitím multiagentních systémů a metodologií pro Architekturu orientovanou na služby a počítání (MAS pro SOA a SOC) tj. **Servisně orientovanými multiagentními systémy a jejich rozvojem ve spolupráci se SOA a SOC**.

**Pátá kapitola** popisuje uplatnění multiagentních systémů v řízení a ovládání procesů chemického a potravinářského průmyslu a jiných oborech. Popisuje agentově založené distribuované inteligentní výrobní systémy, jejich použití v distribuovaných automatizačních systémech (projekt systému PABADIS) i použití v oblasti řízení výroby. Uvádí též základní programové vybavení systémů MAS vhodné pro vytváření automatizačních systémů.

Kapitola též popisuje zásadní koncepční změny v automatizačních a informačních strukturách a technologiích a jejich vliv na strukturu a organizaci automatizačních a informačních systémů.

Například se jedná o:

- Možnost samoorganizace a optimalizace výrobních provozů.
- Rekonfigurovatelnost organizačních struktur, výrobních jednotek, programových systémů.
- Schopnost neustálých strukturálních a technologických změn.
- Užívání technologie „Zasuň a účastni se“ – „Plug and Play“.
- Schopnost spolupráce různých, heterogenních systémů.
- Přechod od procedurově-orientovaného k objektově-orientovanému programování a agentovému programování (od PLC řídicích jednotek po podnikové ERP systémy).
- Možnost řízení nejen systémem top-down (shora-dolů), ale též systémem bottom-up (zdola-nahoru).

Kapitola přináší jako jednu z metod **distribuované umělé inteligence** popis **Uplatnění agentových kolon při ovládání a optimalizaci průmyslových procesů**. Hmyzí roj, včelí kolona, mravenčí kolona pracuje bez potřeby nějakého dohlížení, jejich společná práce je samoorganizující se a koordinace činnosti jednotlivců-agentů vzniká na základě různých interakcí mezi jednotlivci-agenty v koloně a mezi prostředím. Analogie s chováním hmyzích kolon slouží pro řešení problému ob-

chodního cestujícího (Traveling Salesperson Problem), problému rozvrhování úloh na dílně, provozu (Job Shop Scheduling Problem), problémů řízení výroby, problémů z oblasti umělé inteligence. Takovéto chování může být nazváno „inteligencí roje, hejna, kolony“.

**Šestá kapitola** přináší rozbor vhodnosti uplatnění multiagentních systémů v podnikových systémech typu ERP. Multiagentní systémy se uplatňují v architektuře, koordinaci a workflow ERP systémů, v systémech typu SCM (Řízení dodavatelských řetězců), multiagentní systémy zvyšují konkurenceschopnost výrobních a logistických ERP systémů, multiagentní systémy se uplatňují v Servisně a na počítání orientované architektuře (SOA a SOC). Oblast počítání typu „Cloud“ je uváděna pro podnikové informační systémy s Multiagentními systémy, včetně cílů uplatnění.

**Šedmá kapitola** uvádí modely vybraných chemicko-technologických a potravinářských jednotek, subsystémů procesního průmyslu a rovnice pro diagnostiku chybových (Fault), výjimečných (Exceptional) stavů těchto jednotek, subsystémů. Na základě tohoto popisu provádí rozbor diagnostiky a ovládání chybových (Fault), výjimečných (Exceptional) stavů průmyslových procesů, zejména vsádkových.

**Osmá kapitola** je zaměřena na popis aplikace multiagentních systémů v oblasti vsádkových (Batch) popř. kontinuálních procesů s tím, že tyto procesy odpovídají doporučení dle ISA-S88 (ANSI/ISA-S88 Batch Standard, 2002; ANSI/ISA-88.00.02, 2001, Batch Control, Part 2; ANSI/ISA-88.01, 1995, Batch Control, Part 1) a organizace WBF – World Batch Forum) (<http://www.wbf.org>). Kapitola popisuje jazyky UML a BatchML pro projekty řízení vsádkových výrob, dále virtuální monitorování, chování, řízení a projektování vsádkových procesů a systém ControlDraw, následuje zobrazení a stručný popis technologické linky na výrobu jogurtů spol. MADETA a.s. Stavové matice a Stavové diagramy pro vybrané standardní fáze jednotky Zračího tanku jsou uvedeny v rámci technik linky na výrobu jogurtů. Multiagentní systémy a řízení vsádkových procesů je uvedeno jako poslední bod kapitoly. **Popis** je však směřován tak, aby popsaný postup, metody, metodologie, implementace, doporučení pro realizaci měly **obecnější platnost** a byly použitelné **v obecnější rovině** v oblasti **Multiagentních systémů pro monitorování, ovládání a diagnostiku průmyslových procesů**.

**Devátá kapitola** popisuje, uvádí **Případové studie**, zejména v oblasti aplikací Multiagentních systémů v průmyslové oblasti.

**Desátá kapitola** uvádí **přínosy práce v koncepční, metodologické a průmyslové oblasti**.





# 2. Základní definice, definice odvozených pojmů a charakteristika vybraných myslitelů

Definované pojmy, odvozené pojmy jsou používány v následujících kapitolách. Vybrané pojmy, myslitelé filosofické směry jsou charakterizovány zejména z pohledu toho, čím se práce zejména zabývá, tj. informačními systémy, multiagentními systémy, webovými službami aj.

## 2.1 Informace, Teorie informace, Informační systémy, Analýza systémů, Systémová integrace aj., Nová definice Informačních systémů, Počítání typu „Cloud“, Sociální sítě

*Odstavec je zpracován zejména dle [Burian, 2000], dle [Heylighen, 2001] aj.*

### Informace (Information)

- 1) Informace je to co redukuje nejistotu (Claude Shannon);
- 2) Informace je to co nás mění (Gregory Bateson).

Doslovně to, co utváří je uvnitř, ale výstižněji: ekvivalent nebo schopnost něčeho provést organizační práci, rozdíl mezi dvěma formami organizace nebo dvěma stavy nejistoty před a poté, co zpráva byla přejata, ale také stupeň, na kterém jedna proměnná systému závisí nebo jímž je omezená. Např. DNA nese genetickou informaci, jelikož organizuje nebo řídí řádný růst živoucího organismu. Zpráva nese informaci, jelikož přenáší něco dosud neznámého. Odpověď na obálku nese informaci v rozsahu, ve kterém zmenšuje nejistotu tazatele. Telefonní linka nese informace, pokud signály posílané mají vztah k přijímaným. Jelikož je informace spojena s jistými změnami, rozdíly nebo závislostmi, je žádoucí odvolávat se na téma a rozlišovat mezi informací skladovanou i nesenou i přednášenou i požadovanou atd. Čistá a neoznačená informace je nejistou abstrakcí. Informační teorie měří množství všech těchto druhů informace v pojmech bitů. Čím větší je nejistota odstraněná zprávou, tím silnější je souvztažnost mezi vstupem a výstupem komunikačního kanálu, čím jsou podrobnější dílčí instrukce, tím více informací je předáváno. Informace je významem znázornění skutečnosti (nebo zprávy) pro příjemce.

### Proměnná (Variable)

Proměnná – měřitelná veličina, která má za všech podmínek konečnou číselnou hodnotu. Je-li pochybnost zda může být připuštěna jako proměnná, použijte kritérium, zda může být představena ukazatelem na stupnici. Tlak, síla, elektrický potenciál, objem, hmotnost, viskozita, populace, národní příjem na hlavu a čas samotný – jako několik málo příkladů mohou být číselně specifikovány a zaznamenány na stupnici. Eddingtonovo tvrzení o tom je explicitní: „Celá podstata exaktní vědy

spočívá ve čtení ukazatelů a pravdivých indikacích. Říkáme-li že provozujeme nějakou veličinu, skutečný postup končí téměř vždy u odečtení ukazatelů nějakého indikátoru na dělené stupnici nebo jejím ekvivalentu.“

### **Informační technologie (Information technology)**

Informační technologie (IT) se zabývá zpracováním, skladováním a přenášením informací. To zahrnuje zvláště počítačovou technologii a různé komunikační technologie (elektronické, rádiové, optické atd.).

### **Informační systém (Information System) – Klasická definice**

Systém funkcí týkající se získávání a přenosu informací, jejichž nositeli mohou být biologické, osobní, sociální nebo technické jednotky. Informační systém se zaměřuje na určitý druh informací (předmět – téma), i když tento může být velmi široký. Jeho účelem je vždy poskytování informací uživateli nebo skupině uživatelů. Ve většině případů je zařízení pro uskladňování (databáze) součástí informačního systému.

### **Informační prostředí (Information Environment)**

Zprávy, symboly, významy, které si osoba průběžně sděluje konverzací s ostatními osobami a prostřednictvím medií. Lidé obývající téměř stejné fyzické prostředí mohou žít ve velmi odlišných informačních prostředích. Příkladem mohou být lidé pracující na univerzitách nebo v mezinárodních organizacích.

### **Teorie informace (Information Theory) – Klasická definice**

Informační teorie (nebo statistická komunikační teorie) variační počet, variabilita a variace původně objevená Shannonem k odlišení šumu od signálů nesoucích informaci, nyní používané ke sledování toku informací ve složitých systémech, k rozložení systému na nezávislé pod systémy, k vyhodnocení účinnosti komunikačních kanálů a různých komunikačních kódů a k porovnání potřeby informací s kapacitami existujících informačních procesorů atd. Základní veličina, kterou tento počet analyzuje (viz analýza) je celkové množství statistické entropie kterou obsahují data v pozorovaném systému. Počet poskytuje algebru pro dekompozici, a tím kalkulaci této entropie v řadě postupů. Např. množství entropie v pozorovaném systému se rovná entropii ve všech jeho oddělených částech minus množství informací přenášených uvnitř systému. Tato poslední veličina je množství entropie v systému nevysvětlitelné z jeho částí a je výrazem pro komunikaci mezi těmito částmi. Tento vzorec je dalším příkladem kybernetické analýzy systému, podle které každý celý systém je posuzován nebo definován v termínech soustavy, složek a jejich organizace. Celkové množství informace přenášené v kvantitativním analogu sem a tam možno uvažovat jako míru systémové struktury. Informační teorie poskytuje četné teoremy a algebraické identity, kterými lze pozorované systémy popsat, např. zákon požadované variety, Desátý teorém informační teorie.

### **Desátý teorém informační teorie (Tenth Theorem)**

„Připojením korekčního kanálu“ s kapacitou rovnou nebo převyšující množství šumu v kanálu původním je možné zakódovat korekční data posílaná tímto kanálem tak, že všechny, až na přípustně malý zlomek chyb přispívajících k šumu budou opraveny. To není možné, pokud je „kapacita korekčního kanálu menší než šum“. Tento teorém je isomorfní zákonu žádoucí rozdílnosti.

### **Entropie (Entropy)**

Nedostupná energie nebo molekulární neuspořádanost. Entropie je na maximum, jsou-li všechny molekuly plynu na stejné energetické úrovni. Entropie nesmí být zaměňována s nejistotou. Nejjistota je na minimum, jsou-li všechny částice stejné kategorie (viz statistická entropie, termodynamická entropie). Podobnost mezi dvěma typy entropie je pouze formální v tom, že oba jsou vyjádřeny jako logaritmy pravděpodobnosti. Termodynamická entropie  $S = K \cdot \log W$  je funkcí rozptylu  $W$

tepla, kde  $K$  je Boltzmannova konstanta. Statistická entropie události  $a$  je  $H_a = -K \log p_a$ , kde  $p_a$  je statistická pravděpodobnost a  $K$  je dohodou nastaveno tak, aby logaritmus byl dvojkový. Záporné znaménko dalo vyniknout pojmu negentropie (naturální entropie viz znečištění, sociální entropie).

### Neurčitost (Uncertainty)

Je měřítkem rozmanitosti, takže neurčitost  $H$  je nulová, jsou-li všechny částice ve stejné kategorii.  $H$  roste počtem kategorií a jejich stejnou nepravděpodobností. Neurčitost vyplývající ze dvou nebo více souborů kategorií je součtem neurčitostí těchto souborů kategorií počítaných nezávisle.  $H = \sum P_i \log P_i$  kde  $P_i$  je pravděpodobnost že částice je v kategorii  $i$ . Jelikož jsou kategorie specifikovány pozorovatelem, mohou být neurčitosti systémů různé z hlediska různých pozorovatelů. Vzhledem k nešťastnému užití terminologie v diskusi o systémové analýze má slovo „neurčitost“ jak přesný technický význam, tak i volné, přirozené vyjádření o události nebo situaci, která není jistá. V teorii rozhodování a statistice se rozlišuje přesně mezi situací s rizikem a s jistotou. Existuje i nekontrolovatelná nevhodná událost i v obou těchto situacích.

Rozdíl je v tom, že rizikové situace docházejí k nekontrolovatelné události se známým rozložením pravděpodobnosti, zatímco v nejisté situaci je rozdělení pravděpodobnosti neznámé. (IIASA).

(Průměrný) počet lineárních rozhodnutí které musí rozhodovatel učinit, aby vybral jednu ze souboru vzájemně se vylučujících alternativ, míra pozorovatelovy neznalosti nebo nedostatek informací. Jelikož jsou kategorie, v nichž jsou události pozorovány, vždy určeny pozorovatelem, zdůrazňuje pojem nejistoty poznávací rozměr informačních procesů, specificky ve formě měřítek rozmanitosti (variety) statistické entropie včetně šumu a nejednoznačnosti.

### Počet (Calculus)

Systém pravidel pro zacházení se znaky jako v logickém nebo diferenciálním počtu. Jsou-li znaky SYMBOLY, poskytuje počet základnu pro analýzu toho, co představují symboly společně a samostatně. Informační teorie je počet pro analýzu množství entropie v provozovaném systému podle různých množství informace vyměňovaných uvnitř systému.

### Teorie logických typů

Teorie nazývaná B. Russellem, která vylučuje sebe-referenci, aby se zabránilo výskytu antinomií a paradoxů v logice. Tvrdí, že třída je vyššího logického typu než její členové, a jelikož logické typy se nesmějí zaměřovat, jediná třída nesmí obsahovat sebe jako člena. Např. zákon vyloučeného středu, který stanoví, že tvrzení mohou být buď pravdivá, nebo chybná, je tvrzením, a musí proto být buď pravdivé, nebo chybné. Ale protože může být jenom pravdivé, (jinak by nebyl zákonem) porušuje své vlastní tvrzení. Russellovo řešení je takové, že zákon je tvrzením o tvrzení, a nesmí být zaměňován s tvrzením, ke kterému se vztahuje. Podle této teorie není sebe-referující tvrzení ani pravdivé ani chybné ale bezvýznamné.

Teorie byla významná v lingvistice při rozeznávání důležitosti logických stejně jako gramatických omezení kombinací slov. Poskytla podporu útokům na logický pozitivismus, zvláště na jeho ověřovací zásady a podnítila pátrání v logických patologiích, které vznikají ve zmatení mezi logickými typy, tj. obsahem a vztahovými aspekty komunikací. Vyloučením sebe-referencí zpomalila ovšem teorie logických typů teoretický vývoj, zejména teorie poznání v oblastech, kde sebe-reference převažuje. Se zaměřením na cirkularitu (kruhovitost) kybernetika tuto teorii překročila a zásadně vyřešila problém sebe-referencí.

### Varieta (Rozmanitost) (Variety)

Ve vztahu k souboru rozlišných částí buď (1) počet rozlišných částí nebo (2) dvojkový logaritmus tohoto počtu podle kontextu, ze kterého je smysl patrný. Je-li varieta měřena v logaritmické formě, její jednotka je bit „zkratkou Binary digit“.

Množství výstupů systému je omezeno variétou uvnitř systému, anebo variétou vstupu do systému. Počet možných alternativních komunikací mezi dvěma systémy je omezen tím systémem, který má méně výstupních alternativ, anebo méně vstupních alternativ.

Je to alternativní vlastnost souborů, nebo proměnné označující počet vzájemně se vylučujících alternativ v nich dostupných. Varieta může být vyjádřena buď prostým počtem odlišných částí (viz stupeň volnosti) nebo dvojkovým logaritmem téhož.

### **Zákon žádoucí rozdílnosti (Law of Requisite Variety)**

(1) Množství správného výběru, který možno provést je omezeno množstvím dostupné informace. (2) Pro správnou regulaci musí být varieta v regulátoru rovna nebo větší, než je varieta regulovaného systému. Nebo, čím větší je varieta uvnitř systému, tím větší je schopnost redukovat varietu v jeho prostředí prostřednictvím regulace. Pouze varieta (v regulátoru) může rozbít varietu (v regulovaném systému). Zákon formuloval Ross Ashby.

Jeho dvě interpretace zní: (1) množství správného výběru, který možno provést je omezeno množstvím dostupné informace. Více informací může přijít nazmar, ale méně informací vyústí ve svévolná rozhodnutí (2) omezení variety v systému se vstupem vyžaduje, aby regulátor systému měl přinejmenším tolik dostupné variety jako má varieta rušící systém svými vstupy.

Zákon požadované identity modelu s regulátorem je obecnější versí zákona žádoucí rozdílnosti-variety.

### **Analýza systémů (Systems Analysis)**

Tento pojem má mnoho různých významů. Ve smyslu zde přijatém je analýza systémů explicitní formální postup ustavený tak, aby pomohl (někomu označenému jako rozhodovatel) určit lepší postup činnosti nebo měnit rozhodnutí lepší, než by mohl učinit jinak. Charakteristickým příznakem problémové situace, ke které je analýza systémů povolována je složitost věcí a nejistota výsledku kteréhokoli postupu, který může být rozumně zvolen. Analýza systémů obvykle užívá kombinace něčeho z postupů: identifikace a neidentifikace záměrů, omezení a alternativních postupů činnosti, zkoumání možných následků alternativ v pojmech nákladů, výhod a rizik, prezentaci výsledků ve srovnávacím rámci tak, že rozhodovatel může provést informovanou volbou mezi alternativami. Typickým užitím analýzy systémů je pomoc v rozhodování o věcech, jako jsou národní a podnikové plány a programy, použití zdrojů, ochrannářská politika, výzkumu a vývoj v technologii, oblastní a městský vývoj, systémy vzdělávání a zdravotnické a sociální služby. Povaha těchto problémů vyžaduje jednoznačně interdisciplinární přístup. Pro některé specifické druhy zaměření analýz systémů jsou užívány zvláštní pojmy: systémové analýzy vztahené na veřejné rozhodování jsou často označovány jako politické analýzy (ve Spojených státech jsou tyto pojmy užívány záměrně). Systémové analýzy, které se soustřeďují na srovnání a vymezení alternativ na základě poznatých charakteristik, jsou označovány jako rozhodovací analýza. Ta část nebo hledisko analýzy systémů, která se soustřeďuje na nalezení toho, zda zamýšlený postup ohrožuje nějaká omezení, je označována jako analýza proveditelnosti. Analýza systému, ve kterém jsou alternativy řazeny v pojmech efektivnosti plných nákladů nebo v pojmech nákladů na stejnou efektivitu je pojmenována jako cenově-efektivní analýza. Cenově-užitkovou je nazývána studie, kde pro každou alternativu je časový průběh nákladů a časový průběhů zisků (obojí v peněžních jednotkách) odečítán k získání současných hodnot. Srovnání a řazení se provádí v pojmech čistého zisku (zisk minus náklady nebo poměr zisku k nákladům). V analýze rizikového zisku jsou náklady (v peněžních jednotkách) přiřazovány ke každému riziku tak, aby bylo možno provést srovnání diskontovaného součtu těchto nákladů (a rovněž ostatních nákladů) s diskontovaným součtem zisků, které jsou predikovány jako výsledek vyhodnocování. Jako riziko jsou obvykle uvažovány události, jejichž pravděpodobnost výskytu je nízká, ale jejichž následky by byly významné (např. události jako je zemětřesení nebo výbuch zařízení). Viz operační výzkum (IIASA). Formulace diagnózy a řešení problémů které vyvstávají ze složitých forem instrukce v systémech od hardware ke společnosti, které jsou nebo byly zahájeny k uskutečnění jednoho nebo více zvláštních cílů. Analýza systémů poskytuje řadu analytických ná-