

SERVISNĚ ORIENTOVANÁ ARCHITEKTURA A JEJÍ APLIKACE V SYSTÉMECH SLEDOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY

Marek RYCHLÝ

Vysoké učení technické v Brně

Service-oriented architecture (Service-oriented Architecture, SOA) je architektonický styl a způsob analýzy, návrhu, integrace a údržby podnikových informačních systémů založených na službách. Služby jsou autonomní, platformě nezávislé, jednotky, které zpřístupňují jednu nebo více funkcí pomocí jimi poskytovaných rozhraní. V současné době se SOA již běžně používá na vyšších úrovních podnikové IT infrastruktury, při kompozici částí jednoho či více informačních systémů a jejich spolupráci za účelem podpory business procesů organizace. Cílem tohoto příspěvku je představit možnosti aplikace SOA na nižších úrovních, konkrétně v systémech sledování a řízení výroby, a zpřístupnit tak v podobě služeb data senzorů pro výpočet klíčových ukazatelů výkonosti (Key Performance Indicators, KPIs) či umožnit ovládání průmyslových zařízení při změnách výrobních strategií.

Klíčová slova: servisně orientovaná architektura, bezdrátová senzorová síť, webové služby, sledování a řízení výroby

Service-oriented Architecture (SOA) is an architectural style of analysis, design, integration and maintaining of enterprise information systems that are based on services. Services are autonomous platform-independent entities that enable access to one or more capabilities via their provided interfaces. Today, SOA is a well-established approach at higher levels of enterprise IT infrastructure to compose parts of one or several information systems to allow their cooperation towards support of enterprise business processes. This paper provides an introduction to application of SOA at lower levels of enterprise IT infrastructure, more specifically in production monitoring and control, to implementation of services accessing data from sensors to evaluate Key Performance Indicators (KPIs) and to implementation of services controlling production devices in cases of production strategy changes.

Keywords: Service-oriented Architecture, Wireless Sensor Network, Web Services, Production Monitoring and Control

1 Úvod

Pro implementaci IT podpory business procesů podniků se stále častěji volí servisně orientovaný přístup reprezentovaný servisně orientovanou architekturou (Service-oriented Architecture, SOA). Cílem tohoto příspěvku je ukázat možnosti použití SOA a technologie webových služeb na nižších úrovních podnikových informačních systémů, jako jsou systémy sledování a řízení výroby.

Struktura příspěvku je následující. V dalších částech úvodní kapitoly se seznámíme s architekturou SOA a její roli při realizaci IT podpory business procesů podniku a dále pak s technologií bezdrátových senzorových sítí. Druhá kapitola bude věnována popisu technologií pro implementaci služeb architektury SOA, zejména webovým službám. Třetí kapitola potom nabídne možnosti aplikace SOA a zmíněných technologií v systémech sledování a řízení výroby.

1.1 Servisně orientovaná architektura (Service-oriented Architecture, SOA)

Service-oriented architecture (Service-oriented Architecture, SOA) je architektonický styl a způsob analýzy, návrhu, integrace a údržby informačních systémů založených na službách. Služba architektury SOA je autonomní softwarová jednotka, která pomocí svých poskytovaných rozhraní nabízí jednu nebo více implementovaných funkcí. Rozhraní služby (někdy označováno jako obecněji „kontrakt“ služby) popisuje jaké druhy požadavků svého okolí je schopna služba zpracovat a jak vypadají odpovědi služby na tyto požadavky (tj. jaké funkce nabízí služba svému okolí, jaká je struktura vstupních a výstupních parametrů či návratových hodnot těchto funkcí, jaký je způsob komunikace

2

se službou, atd.). Pomocí svého rozhraní služba zapouzdřuje svou implementaci.

Konkrétní implementace SOA pak realizuje konkrétní informační systém jako specifickou kompozici služeb. Při specifikaci rozhraní a následné kompozici služeb SOA by mělo platit několik principů [1], např. abstrakce (rozhraní je kompletním popisem služby), volná vazba (okolí využívá službu pouze prostřednictvím zveřejněného rozhraní), znovupoužitelnost (služba je navržena tak, aby mohla být použita opakovaně v různém kontextu), bezstavovost (stejně volání služby by mělo vracet vždy stejné výsledky, tj. služba by neměla udržovat stavovou informaci), atd.

SOA a business procesy

Při návrhu architektury SOA se vychází z business procesů organizace, jejíž činnost má konkrétní implementace SOA, tj. konkrétní informační systém, podporovat. Business procesem je zde myšlena sada strukturovaných vzájemně provázaných aktivit a úloh, které vytvářejí konkrétní produkt nebo poskytují službu pro danou skupinu spotřebitelů.

Na základě business procesů jsou při návrhu SOA [2] postupně identifikovány tzv. „kandidátní služby“, které realizují části business procesů. Tyto služby jsou dále dekomponovány, jejich části přeskupovány a propojovány ve výsledné služby tak, aby finální návrh nejen respektoval službami realizované business procesy (např. business proces „zadání výroby“ může být realizován stejnojmennou službou, která dále využívá služby „tvorba průvodky“, „zaplánování požadavku na výrobu“, atd.), ale byl také optimální z implementačního hlediska (např. vznikly služby zapouzdřující obecné technické funkce, jako je tvorba tiskových sestav nebo přístup k databázi).

1.2 Bezdrátová senzorová síť (Wireless Sensor Network, WSN)

Bezdrátová senzorová síť (Wireless Sensor Network, WSN) je síť vzájemně propojených, prostorově distribuovaných, mobilních a autonomních senzorových zařízení měřících stav svého okolí (tj. hodnoty analogových i digitálních vstupů různých čidel, jako je např. teplota, vlhkost, geografická poloha, identifikátory v okolí se nacházejících RFID čipů, čidla výrobních zařízení, atp.). V praxi je typicky uvažováno s velmi velkým množstvím senzorových zařízení (řádově stovky až tisíce kusů), přičemž každé takové zařízení je silně specializované a svou pořizovací a provozní cenou velmi levné. Tato omezení znamenají použití konstrukčně jednoduchých, funkčně omezených a energeticky úsporných řešení. WSN síť pak musí být schopná zareagovat na výpadky jednotlivých senzorových zařízení (uzlů sítě) a chyby spojení, ať už v důsledku přesunu zařízení, dočasného výpadku (energie, rušení), či trvalého selhání. Nižší spolehlivost zařízení může být kompenzována jejich vyšším počtem (větším pokrytím oblasti).

Vzájemné propojení senzorových zařízení nemusí být přímé, zařízení je typicky bezdrátově přímo propojeno pouze s menším počtem zařízení v bezprostředním okolí, které však mají přímé propojení s dalšími zařízeními (síť nemá pevnou topologii, spojení jsou navazována „ad-hoc“). Takto je možno data získaná kterýmkoliv zařízením postupně dopravit až k jejich konzumentům, případně pomocí tzv. „brány“ zpřístupnit v běžných nesenzorových sítích.

Mezi typické zástupce standardů pro komunikaci v sítích WSN patří IEEE 802.15.4 (rádiový dosah zařízení v řádech desítek metrů, datový tok nejvýše 0,25 Mb/s). Tento standard pokrývá dvě nejnižší vrstvy referenčního ISO/OSI modelu, tj. fyzickou a spojovou vrstvu, a společně s vyššími vrstvami je implementovaný např. ve specifikaci 6LoWPAN (ve vyšších vrstvách ISO/OSI modelu používá TCP/IP protokoly) či ve specifikaci ZigBee.

2 Technologie pro implementaci SOA

Zatímco SOA jako architektonický styl nalezne uplatnění při návrhu informačních systémů, pro jejich implementaci v podobě softwarových produktů budeme potřebovat konkrétní technologie a softwarové platformy. Informační systém vyvíjený jako SOA, tj. tak, jak bylo popsáno v předchozí kapitole, je možno implementovat pomocí různých technologií (např. Web Services, nebo různé komponentové rámce, jako je např. CORBA). Klíčové je, aby zvolená technologie podporovala principy SOA [1] – např. zavedením standardů pro popis rozhraní služeb a umožněním dynamické vazby služeb za běhu systému podpořila princip volné vazby služeb. Je nutno podotknout, že samotné použití vhodné technologie, bez dodržení pravidel architektonického stylu SOA při návrhu systému, nemůže zaručit vznik (kvalitního) servisně orientovaného systému (a to ani v případě použití Web Services).

V současné době je pro implementaci SOA asi nejpoužívanější technologie webových služeb (Web Services, WS), která staví na zavedených technologiích, jako je jazyk XML (Extensible Markup Language) či protokol HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Tato technologie zavádí celou řadu standardů, např. jazyk WSDL (Web Services Description Language) pro popis rozhraní služeb nebo protokol SOAP (Simple Object Access Protocol) předepisující způsob komunikace webových služeb. Technologii WS je možno dále kombinovat s konkrétními technologiemi softwarových platform (middleware), např. pro přenos SOAP zpráv mezi službami zvolit místo protokolu HTTP službu JMS (Java Message Service).

2.1 Webové služby pro zařízení (Devices Profile for Web Services, DPWS)

Technologie WS je velmi dobrá z hlediska otevřenosti a standardizace, avšak má také nevýhody:

- Komunikace webových služeb, v původní podobě, je postavena na již zmíněném protokolu SOAP, který historicky vychází z XML-RPC protokolu pro vzdálené volání procedur se zasíláním zpráv v podobě XML dokumentů. Protokol SOAP je v případě jednoduchých služeb příliš složitý a tvorba a zpracování SOAP zpráv mohou být výpočetně a paměťově náročné (jedná se o práci s XML dokumenty). Řešením může být použití kompaktnějšího vyjádření obsahu zpráv (např. „Binary XML“) nebo použití webových služeb typu REST (Representational State Transfer) pro přístup ke sdíleným zdrojům (služba spravuje zdroj či kolekci zdrojů) bez protokolu SOAP či nutnosti použít jazyky XML nebo WSDL.
- Technologie webových služeb standardizuje základní popis služeb a způsob jejich komunikace, ale interoperabilita služeb a jejich specifická rozšíření mohou vyžadovat dodržení dalších požadavků – při podrobnějším popisu služeb (např. týkajících se bezpečnosti, tj. zejména řízení přístupu), průběhu komunikace v některých obecných případech (např. registrace k odběru událostí generovaných službou), či pokročilého směrování zpráv (např. vícesměrové vysílání zpráv nad protokolem IP). Toto se snaží řešit různé organizace a standardizační konsorcia v podobě dodatečných specifikací WS-*

Webové služby pro zařízení (Devices Profile for Web Services, DPWS) je standard konsorcia OASIS předepisující implementační požadavky pro webové služby primárně určené pro zařízení s omezenými zdroji. DPWS popisuje způsob podpory pokročilé adresace a směrování SOAP zpráv (specifikace WS-Addressing), přenosu metainformací o službách (WS-MetadataExchange; např. dotazování služby na její podrobnější popis), přenosu zdrojů v podobě XML (WS-Transfer), deklarace politik službami (WS-Policy; např. bezpečnostní požadavky, kvalita služeb, atp.), zajištění bezpečnosti služeb (WS-Security), inzerci a zjišťování služeb na připojené síti pomocí vícesměrového vysílání (WS-Discovery) a způsob registrace k odběru událostí a jejich generování (WS-Eventing).

Příkladem použití DPWS mohou být např. aplikace pro dříve zmíněná senzorová zařízení, které po vstupu do sítě automaticky oznámí nabízené webové služby (např. služby pro čtení dat senzorů nebo registraci k odběru události při dosažení kritických hodnot senzorů). Výhodou DPWS, a obecně standardizace webových služeb, je schopnost takových zařízení komunikovat s ostatními zařízeními (např. spotřebiteli nabízených služeb) různých hardwarových a softwarových platform od různých výrobců a dodavatelů (např. senzorové zařízení od výrobce Atmel s operačním systémem Contiki a protokolem 6LoWPAN je schopno přímo poskytnout data ze senzoru teploty okolního prostředí aplikačnímu serveru s informačním systémem řízení budovy na platformě Java EE a komunikací protokoly TCP/IP).

3 SOA v systémech sledování a řízení výroby

Systémy sledování a řízení výroby pokrývají mnoho business procesů, počínaje zpracováním zákaznického požadavku na výrobek (příprava cenové kalkulace a technických podkladů, zejména pro zakázkovou výrobu), přes technickou přípravu výroby (příprava kusovníků či receptur výrobků), plánování materiálu (pro dané zakázky dle poskytnutých kusovníků či receptur), plánování kapacit (na základě aktuálních nebo predikovaných objednávek a zásobování materiálem), operativní evidence výroby (stroje a jejich operace a výrobky), řízení výrobního procesu, jakosti, atd.

Většina těchto procesů má na svých vstupech a výstupech jasně definované dokumenty (např. kusovník výrobku). Návrh rozhraní příslušných služeb architektury SOA je pak poměrně jednoduchý a jejich realizace platformě nezávislá. Takové služby lze implementovat pomocí klasických technologií a softwarových platform a lehce integrovat do stávajícího podnikového informačního systému.

3.1 Sledování a řízení vlastního výrobního procesu jako SOA

Složitější situace nastává v případě služeb souvisejících s aktivitami sledování a řízení vlastního výrobního procesu, tj. sledování průběhu výrobních operací, vlastností materiálu a výrobků (vstupů a výstupů částí výrobního procesu), zásahy do výroby změnou parametrů výrobních prostředků, atp. Takové služby většinou reprezentují celé podsystémy sledující rozhraní proprietárních sběrnic průmyslových senzorů nebo zpřístupňující ovládací panel výrobních zařízení. Služby jsou silně závislé na svém prostředí a své implementaci, což může narušit základní principy SOA, např. uplatnění jemnější dekompozice a znovupoužitelnosti služeb, principy bezstavovosti nebo volné vazby.

Řešení se nabízí v podobě webových služeb pro zařízení běžících na uzlech senzorových sítí (vizte kapitoly 2.1 a 1.2). Konkrétní architektura SOA může být v tomto případě dekomponována až na úroveň služeb implementujících čtení hodnot z jednotlivých senzorů (např. služba vracející pozici pájecího hrotu nebo služba vracející jeho teplotu) nebo ovládajících jednotlivé prvky výrobních zařízení (např. služba pro pohyb ramene s pájecím hrotem). Tyto služby

4

mohou být poté na vyšších úrovních komponovány do složitějších služeb (např. služba pro vytvoření pájeného spoje na dané pozici), které jsou opět kompozicí začleněny do ostatních služeb systémů sledování a řízení výroby (např. služba nabízející vytvoření spojů na daném výrobku dle jeho výrobního postupu).

Porušení principů SOA v důsledku závislosti na konkrétním prostředí a implementaci služeb je pak omezeno pouze na služby nejnižší úrovně (např. DPWS služby implementované pod operačním systémem Contiki a běžící na sensorovém zařízení s digitálním výstupem pro ovládání ramene s pájecím hrotem). Služby vyšších úrovní mají pak jasně definovaná rozhraní, jejich implementace je platformě nezávislá a plně v souladu s principy SOA (např. služba nabízející vytvoření spojů na daném výrobku dle jeho výrobního postupu může být "znovupoužita" pro různá výrobní zařízení nebo různé druhy spojů dle použitých služeb nižší úrovně).

3.2 Klíčové ukazatele výkonosti (Key Performance Indicators, KPIs) a automatická změna výrobních strategií

Architektura SOA navržená v předchozí kapitole může být využita nejen pro bezprostřední řízení výrobního procesu na základě sledovaných senzorů (jako je tomu např. u zmiňované služby pro vytvoření pájeného spoje na dané pozici), ale také pro výpočet klíčových ukazatelů výkonosti (Key Performance Indicators, KPIs). Tyto KPIs jsou definovány [3] jako „proměnné, které kvantitativně vyjadřují výkonost nebo kvalitu, případně obojí, procesu nebo systému či jeho části ve srovnání s danou normou nebo splněním daného cíle“.

Služby implementující čtení hodnot z jednotlivých senzorů mohou být na vyšší úrovni komponovány do služeb pro výpočet jednotlivých KPIs (např. KPI představující dobu potřebnou pro dosažení teploty pájecího hrotu, která může ovlivnit kvalitu pájeného spoje). Takové služby čtení hodnot z jednotlivých senzorů jsou tedy sdíleny mezi dříve zmíněnými službami pro řízení výrobního procesu a službami pro výpočet KPIs – toho „znovupoužití“ služeb v různých kontextech je plně v souladu s principy SOA.

Uvedené služby pak můžeme využít na vyšších úrovních architektury SOA pro implementaci business procesů pro automatické řízení výroby (např. automatická distribuce výrobních operací mezi skupinu výrobních zařízení na základě jejich plánovaného vytížení a aktuálního stavu). Výsledné služby pak budou komponovat služby pro řízení výrobního procesu a služby pro výpočet KPIs tak, aby na základě změn hodnot KPIs iniciovaly automatické změny způsobu řízení výrobního procesu, tj. provedly příslušné změny výrobních strategií.

4 Závěr

V tomto příspěvku byly nastíněny možnosti aplikace architektury SOA v systémech sledování a řízení výroby. Byl popsán způsob dekompozice architektury až na úroveň služeb pro čtení hodnot z jednotlivých senzorů a ovládání jednotlivých prvků výrobních zařízení, včetně představení vhodných technologií pro implementaci takových služeb.

Příspěvek byl částečně podpořen Evropskou komisí, projektem iniciativy Artemis JU č. 100223 – eSONIA (Embedded Service Oriented Monitoring, Diagnostics and Control: Towards the Asset-Aware and Self-Recovery Factory).

5 Literatura

- [1] ERL, T. *Service-Oriented Architecture (SOA): Concepts, Technology, and Design*. Prentice Hall, 2005. ISBN 0-13-185858-0.
- [2] RYCHLÝ, M.; WEISS, P. Modeling of Service Oriented Architecture: From Business Process to Service Realisation. In *ENASE 2008 Third International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering Proceedings*. Funchal : INSTICC, 2008. s. 140-146. ISBN 978-989-8111-28-9.
- [3] LOHMAN, C.; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: A case study. *European Journal of Operational Research*. 2004, 156, s. 267-286. ISSN 0377-2217.

Adresní údaje o autorovi

Plné jméno s tituly:	Mgr. Marek Rychlý, Ph.D.
Pracoviště a jeho začlenění do instituce / firmy:	Ústav informačních systémů, Fakulta informačních technologií, Vysoké učení technické v Brně
Adresa pro korespondenci:	Božetěchova 2, 612 66 Brno
E-mail:	rychly@fit.vutbr.cz
Fax:	+420 541 14-1270
Telefon:	+420 608 050 571