
Relevantní standardy v oblasti e-Learningu

Pavel Drášil, Masarykova Univerzita, Fakulta informatiky

<xdrasil@fi.muni.cz>

Ivo Bažant, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická <bazanti@fel.cvut.cz>

Boris Šimák, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická <simak@fel.cvut.cz>

Tomáš Pitner, Masarykova Univerzita, Fakulta informatiky

<tomp@fi.muni.cz>

Obsah

Úvod	1
Metadata pro výukové objekty	2
Standardy pro výměnu obsahu	4
Interoperabilita výukových objektů	4
Interoperabilita testů	5
Standardy pro výměnu personálních informací	6
IMS Learner Information Package	6
IMS Enterprise	7
Standardy pro popis výuky	8
IMS Simple Sequencing	8
IMS Learning Design	9
Datový model, API, repositáře	10
IEEE Data Model 1484.11.1, IEEE API 1484.11.2	10
IMS Digital Repositories Interoperability	11
Sharable Content Object Reference Model	12
Závěr	13
Použité zdroje	14

Úvod

Na úvod této zprávy by bylo vhodné položit si jednoduchou otázku: „Co jsou to standardy a k čemu jsou dobré?“. Podle anglického výkladového slovníku Dictionary.com má výraz *standard* řadu významů. V našem případě se ale jedná o „všeobecně uznávaný postup, produkt apod., který je široce využíván zejména pro svoji kvalitu“. A nemusíme se omezovat pouze na oblast informačních technologií. Ačkoliv si to možná ani neuvědomujeme, standardy nás v nějaké formě provázejí téměř na každém kroku. Stačí se jen rozhlédnout: elektrické zásuvky, žárovky, televize, rádia, telefony, nebo třeba šroubky a matičky - to všechno jsou zcela běžné předměty, které ale z nějakého důvodu vypadají všechny „podobně“. Tím důvodem jsou právě existující standardy. Význam standardů pro výrobce i zákazníky jasně ilustrují například zmíněné šroubky a matičky. Výrobci mají do jisté míry usnadněnou práci a mohou se soustředit pouze na kvalitní provedení. Pro zákazníky je naopak výhodné, že mohou nakupovat a vzájemně kombinovat šroubky, matičky a klíče od různých výrobců.

Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, jedna z vlastností, které dělají standard standardem, je jeho všeobecná uznávanost. Potřebnou váhu proto standardům dodávají národní či dokonce nadnárodní standardizační organizace. Těch existuje celá řada. Mezi nejvýznamnější patří mezinárodní organizace

ISO (International Organization for Standardization), americké ANSI (American National Standards Institute) a IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineers), z evropských pak jmenujme alespoň CEN (European Committee for Standardization). Problém těchto organizací spočívá v jejich neschopnosti pružně reagovat na nové situace a potřeby. Proces schvalování nového standardu zde totiž běžně trvá několik let. Proto existují další organizace, které nemají ambice ani potřebnou váhu pro prosazování de-jure standardů, ale jsou schopny vydávat různá doporučení a návody v relativně krátké době. Taková doporučení se pak označují jako *specifikace*. Na jejich vývoji se v rámci specifikačních organizací (jako jsou například IMS nebo AICC) často podílí celá řada významných komerčních i nekomerčních subjektů a díky jejich podpoře a šíření se výsledné specifikace často stávají nejprve de-facto a následně i de-jure standardy (po průchodu schvalovacím řízením u některé standardizační organizace). V dalším textu si proto dovolíme mírné zjednodušení a tam, kde to není nezbytně nutné, nebudeme pojmy standard a specifikace rozlišovat.

Aby to celé nebylo tak jednoduché, vstupuje do této hry často ještě další typ organizací. Jsou to ty, které v rámci svých aktivit uvádějí standardy do praxe. Svými poznatky pak přispívají k jejich dalšímu zkvalitňování a rozvoji. Výsledkem takové činnosti bývají často také doporučení, jak daný standard používat, referenční implementace nebo tzv. aplikační profily. V řadě moderních standardů lze totiž vystopovat snahu o co nejmenší restriktivnost. Minimalizují se tím nároky kladené na splnění standardu (v jeho základní podobě) a zlepšují vyhlídky pro jeho interoperabilitu a masové rozšíření. Na druhou stranu tato základní podoba většinou příliš nesplňuje účel, pro který byl daný standard vyvinut. Proto vznikají tzv. aplikační profily - praxi ověřené specializace standardů pro danou situaci, prostředí apod. Pro konkrétní situaci představují rozumný kompromis mezi specifickými potřebami konkrétních projektů a interoperabilitou původního standardu.

Různých pojednání o e-Learningových standardech bylo již napsáno bezpočet. Opravdové (de-jure) standardy, které se týkají tak nové a dynamicky se rozvíjející oblasti jako je e-Learning, by se ale v současné době (konec roku 2004) daly spočítat na prstech jedné ruky. Na druhé straně existují desítky více či méně úspěšných specifikací a aplikačních profilů, které v praxi hrají podobnou roli jako standardy. Pro význam této zprávy je tedy klíčové slovo „relevantní“. Naším cílem je vybrat z existujících standardů, specifikací a aplikačních profilů ty, které jsou aktuálně používané nebo které se zdají slibné s výhledem do budoucnosti.

Metadata pro výukové objekty

Jednou ze základních myšlenek, na kterých je elektronická výuka postavena, a které mají přinést kýženou „revoluci“ ve vzdělávání, je znovupoužitelnost jednou vytvořených výukových materiálů. Tomu odpovídá koncept *výukových objektů* (v anglické terminologii „learning objects“) jakožto základních stavebních kamenů výukových materiálů. Definice pojmu výukový objekt existuje velmi mnoho. S trochou nadsázky by se dalo říci, že každý, kdo se touto problematikou významněji zabýval nebo zabývá, má definici vlastní. Základní myšlenka je ale společná - výukové objekty by měly být úzce specializované informační „balíčky“, které je možné k osvětlení dané problematiky použít nezávisle na kontextu a prostředí. Takové „balíčky“ by potom bylo možné sdílet, vyměňovat, prodávat atd. a následně z nich budovat komplexnější materiály. Proč vlastně existuje takové množství definic je zřejmé při jejich porovnání. Někteří autoři považují za výukové objekty pouze digitální entity, zatímco jiní k nim řadí i objekty nedigitální. Jedni považují za výukový objekt samotnou informaci, druhým stačí pouze odkaz na ni. A v tomto výčtu myšlenkových i ryze technických odlišností by bylo možné pokračovat ještě dlouho.

Aby bylo možné s výukovými objekty nakládat tak, jak bylo výše popsáno (sdílet je, obchodovat s nimi, ...), je nutné opatřit je specifickým typem informací o jejich obsahu, autorovi, typu, možnostech šíření, apod. Pro podobná „data o datech“ se používá odborný termín *metadata*. Polemika, jestli metadata mají být nedílnou součástí výukových objektů nebo ne, je příkladem dalšího zdroje různorodosti definic pojmu „výukový objekt“. Pro praktické použití (a zejména hromadné strojové zpracování) není možné, aby si metadata vytvářel každý podle svého uvážení. Proto zde přicházejí ke slovu standardy.

Problematika metadat je díky různým i zcela nepočítačovým oborům (například knihovnictví) známa již velmi dlouho. V digitálním prostředí je však nutné uspokojit zcela nové požadavky. Nejvýraznější aktivitou je v tomto směru iniciativa „Dublin Core“ (dále jen „DC“), která vznikla v roce 1995 a sta-

novila základní metadatové prvky, společné pro popis jakéhokoliv zdroje (proto označení „core“ v názvu). Těch bylo zavedeno celkem 15 a jejich specifikace se stala de-facto standardem, o čemž svědčí překlady do více než dvaceti světových jazyků. DC je příklad velmi flexibilní specifikace, protože žádný z oněch 15 prvků není povinný, ale na druhou stranu je možné podle potřeby přidávat vlastní prvky nebo význam každého základního prvku dále zpřesňovat („kvalifikovat“). Specifikace DC nedefinuje syntaxi zápisu metadat. V praxi se ovšem nejvíce používá formát XML, který umožňuje jednoduše a v plně přenositelné formě zapisovat strukturovaná textová data.

Specifikace DC sama o sobě není příliš vhodná pro popis výukových objektů pro svoji přílišnou obecnost. Je ale jedním z pilířů, na kterých je postaven jeden z mála de-jure standardů v oblasti e-Learningu. Tím je „IEEE Standard for Learning Object Metadata“, číslo 1484.12.1, zkráceně „LOM“. Jde o příklad specifikace, která dospěla až do stádia oficiálního standardu. Původně totiž šlo o specifikaci „IMS Learning Resource Meta-Data“. Součástí standardu LOM je i často citovaná definice výukového objektu jako „jakékoliv digitální či nedigitální entity, která může být použita pro výuku, vzdělávání nebo trénink“. Jak je vidět, autoři standardu pojali tento pojem velmi široce a s trochou představivosti nenajdeme vlastně nic, co by se pod něj nedalo zahrnout (digitální soubory, knihy, osoby, ...). Tím je umožněno velmi široké použití tohoto standardu.

Standard LOM definuje celkem 58 metadatových elementů rozdělených do devíti kategorií:

- Obecné údaje
- Životní cyklus
- Meta-metadata
- Technické informace
- Edukativní informace
- Licenční podmínky
- Vztahy
- Anotace
- Klasifikace

Stejně jako u DC jsou ale všechny elementy nepovinné. To znamená, že i výukový objekt, který není opatřen zcela žádnými metadaty odpovídá standardu LOM. To jistě není příliš vhodné pro praktické použití. Standard LOM je proto typickým příkladem standardu, který se v čisté podobě používá jen velmi málo, ale je od něj odvozeno mnoho aplikačních profilů, které jsou naopak využívány velmi hojně. Tyto aplikační profily zohledňují specifické požadavky prostředí, ve kterém vznikly - regionu, instituce, apod. Existují tak například UK LOM Core (pro prostředí ve Velké Británii), CanCore (pro kanadské prostředí), ARIADNE (pro evropské akademické prostředí) a mnoho dalších.

Na rozdíl od DC definuje standard LOM i několik možných způsobů zápisu odpovídajících metadat. Možnosti jsou celkem tři:

- Resource Description Framework (RDF)
- Extensible Markup Language (XML)
- ISO/IEC 11404 (standardizovaný abstraktní jazyk datových typů)

Príslušné projekty organizace IEEE (1484.12.2-4) sice ještě nedospěly do stádia oficiálně schváleného standardu, ale v praxi se běžně používají.

Standard LOM a odvozené aplikační profily hrají v dnešní době hlavní roli při popisu výukových objektů. Pro strojové zpracování metadat ale není důležitá pouze definice metadatových elementů. Téměř stejně důležité jsou i hodnoty, kterých mohou elementy nabývat. To je oblast nepoměrně rozsáhlejší,

komplikovanější a zbývá zde ještě udělat hodně práce. Většina dosavadních aktivit se pochopitelně zaměřovala na popis některé užší oblasti. Světlou výjimkou je proto například problematika autorských a vlastnických práv. Tato oblast byla rozpracována poměrně záhy, protože bez přesných a strojevě realizovatelných popisů autorských práv je vlastně každý projekt zahrnující hromadnou správu (nejen) výukových objektů komerčně nepoužitelný. Do budoucna se v této oblasti zdá nejzajímavější projekt Digital Rights Expression Language (DREL), pro který je v rámci IEEE již dva roky vyhrazena celá pracovní skupina, a který vychází z několika existujících specifikací (Open Digital Rights Language, MPEG Rights Expression Language, Open e-Book Forum, ...). Na konkrétní výsledky si ale budeme muset ještě nějakou dobu počkat.

Standardy pro výměnu obsahu

Interoperabilita výukových objektů

V dosavadních úvahách jsme výukové objekty považovali za dále nedělitelné stavební kameny pro výukové materiály. Nyní se posuneme o úroveň níž a budeme se zabývat obsahem a vnitřní strukturou (elektronických) výukových objektů. Aby bylo možné existující výukové objekty přenášet mezi různými systémy (což je jedna ze základních vlastností, které po nich požadujeme), musí stejně jako zmíněné šroubky a matičky všechny „vypadat podobně“. Jinak řečeno - musí odpovídat nějakému standardu. S tímto standardem se pak musí umět vypořádat všechny typy programového vybavení, se kterými výukové objekty během svého životního cyklu mohou přijít do styku:

- Autorské nástroje pro tvorbu výukových objektů
- Repositáře (sklady, knihovny) výukových objektů
- Programy pro prezentaci výukových objektů

Dnes je v této oblasti nejpoužívanější specifikace „IMS Content Packaging“ (aktuálně ve verzi 1.1.4, dále jen „CP“). Ta jednoznačně definuje způsob, jakým sdružit všechny potřebné soubory do „balíčku“ (anglicky „package“) vhodného pro přenos dat a jejich strojové zpracování. Překvapivě zde může znít konstatování, že i při zachování všech požadovaných vlastností je specifikace CP relativně jednoduchá a velmi flexibilní.

Základní myšlenka je jednoduchá - každý balíček musí v kořenovém adresáři obsahovat XML soubor s metadaty a popisem další struktury balíčku. Tomuto souboru se říká manifest, musí se jmenovat „imsmanifest.xml“, jeho struktura je ve specifikaci pevně dána a je technicky vzato vlastně tím jediným, co je v CP specifikováno. Manifest je rozdělen do tří hlavních sekcí:

- Metadatový popis výukového objektu (nepovinný, doporučené schéma je IEEE LOM)
- Seznam zdrojů (souborů přímo obsažených v balíčku nebo webových odkazů; včetně příslušných metadat a definic vzájemných závislostí)
- Organizace balíčku (popis vnitřní struktury balíčku; v současné době je možné vyjádřit pouze stromovou hierarchii, do budoucna se počítá i s komplikovanějšími modely)

Pro zvýšení přehlednosti je možné ve složitějších případech při popisu organizace balíčku využít sub-manifesty uložené v externích XML souborech. Všechny části manifestu jsou ve specifikaci podrobně popsány jak na úrovni konceptuální, tak na úrovni XML elementů. Pro strojovou validaci je součástí specifikace popis manifestu i ve formátu XML Schema.

Pro přenos je vhodné obsah balíčku zkomprimovat do jediného souboru. Doporučený formát je ZIP podle RFC1951, ale možné jsou i další způsoby archivace (JAR, CAB, ...). Stejně dobře je ale možné přenášet balíčky v nekomprimované podobě například na CD-ROM.

Hlavními přínosy specifikace CP jsou široká podpora metadat, umožňující inteligentní hromadné zpracování výukových objektů, a možnost distribuovat společně všechny důležité součásti balíčku.

Společně s HTML stránkou tak například můžeme šířit i všechny obrázky, animace, kaskádové styly atd., a zajistit tím jejich dostupnost při zobrazování. Na druhou stranu je důležité si uvědomit, že CP nám zaručuje interoperabilitu na úrovni celých výukových objektů a ne jejich obsahu. Pokud tedy do svého výukového objektu přibalíme soubor v nějakém málo rozšířeném formátu, můžeme mít problémy s jeho interpretací u koncového uživatele. Všechna podobná omezení a požadavky (například typ a verze webového prohlížeče) lze ale samozřejmě specifikovat v rámci metadat, popisujících daný výukový objekt nebo zdroj.

Interoperabilita testů

Kromě samotných výukových objektů existuje ještě další druh obecně použitelných dat, která má smysl při elektronické podpoře výuky sdílet, vyměňovat apod. Jsou jimi materiály pro ověřování znalostí. Myšlenka využití informačních technologií při testování znalostí není nijak nová a i z vlastních zkušeností (v pozici studenta) mohu potvrdit, že postupy, zjednodušující pedagogům tvorbu nebo vyhodnocování testů, se již před několika lety používaly poměrně běžně. Šlo však většinou o jednorázová řešení vytvořená na míru dané situaci. Teprve s nástupem e-Learningu byly vyvinuty skutečně obecně použitelné modely a specifikace.

Dnes na tomto poli vládne specifikace „IMS Question & Test Interoperability“ (dále jen „QTI“). Tato specifikace se vyvíjí už více než pět let a pro její pochopení bude nejlepší udělat na tomto místě malou odbočku do historie.

Do verze 1.1, vydané v roce 2001, šlo o jednoduchou specifikaci definující tzv. ASI model („Assessment - Section - Item“). Tento poměrně abstraktní model umožňuje zachytit přirozenou hierarchickou strukturu testovacích dat - celý testovací materiál může (ale nemusí) být rozdělen do stromové struktury sekcí zaměřených na konkrétní problematiku a v rámci těchto sekcí jsou potom zadány konkrétní otázky. Specifikace QTI se snaží abstrahovat od konkrétních výukových modelů a podporuje proto velké množství různých typů otázek (více než 10 základních a mnoho jejich variant). Implementace kompletní specifikace QTI se tím ale stala velmi náročnou. Od verze 1.1 je proto k dispozici specifikace „QTI Lite“, která povoluje jediný typ otázek (výběr z několika možností s jedním pokusem) a neumožňuje sdružovat otázky do sekcí nebo testů. Pro mnoho situací je tento velmi zjednodušený model dostačující. Objekty odpovídající specifikaci QTI Lite odpovídají i specifikaci QTI a není tím tedy nijak dotčena jejich interoperabilita.

Když už existovala specifikace, určující jak přenášet testy k uživateli, silná potřeba standardizovat také opačný směr komunikace. Proto byla ve verzi 1.2 z roku 2002 specifikace QTI (a analogicky i QTI Lite) rozšířena o další velkou oblast - zprávy o výsledcích provedených testů (anglicky „results reporting“). Tím vznikla v rámci QTI dvojice sice souvisejících, ale jinak zcela samostatných specifikací, které se dají implementovat i nezávisle na sobě. Původní ASI model byl navíc rozšířen o možnost kontroly nad prezentací testů koncovému uživateli (pořadí otázek, apod.).

V poslední verzi 2.0, vydané v roce 2004, byl přepracován model interakce otázek s uživatelem a doplněna možnost využít při specifikaci otázek prvky jazyka XHTML, čímž byla dále zvýšena kontrola nad jejich prezentací uživateli. Od této verze je možné vytvářet také pouhou parametrizací předem nadefinovaných šablon. Velký prostor byl věnován i zasazení QTI mezi další specifikace, vyvíjené v rámci organizace IMS (Content Packaging, Simple Sequencing a Learning Design - viz dále). Dnes je IMS QTI velmi obsáhlá a propracovaná specifikace, umožňující sdílení a přenos komplexních testovacích dat, stejně jako výsledků, kterých v testech dosáhli jednotliví respondenti.

Technicky je specifikace QTI, stejně jako CP, založena na značkovacím jazyku XML. Pro validaci XML dat jsou pro každou ze zmíněných verzí specifikace k dispozici popisy ve formátech DTD a XML Schema. Pro nastudování je specifikace rozdělena do řady dokumentů. Mírné zmatení může čtenáři způsobit fakt, že aktuální verze 2.0 nenahrazuje kompletně předchozí verzi specifikace, ale jen některé její části. Pro získání aktuálního znění je tedy nutno zkombinovat dokumenty specifikací 1.2.1 a 2.0. Na oficiálních webových stránkách je také dostupná řada příkladů zakódování jednotlivých typů otázek do formátu XML.

Realitou je, že díky složitosti QTI dnes pravděpodobně neexistuje žádný program, který by tuto specifikaci plně podporoval. V naprosté většině případů umí nástroje, které deklarují kompatibilitu s IMS QTI, vytvářet či interpretovat pouze vybranou (větší či menší) podmnožinu všech možných typů otázek. To ale pro praxi není příliš omezující faktor a specifikace QTI je dnes pro zajištění interoperability využívána čím dál častěji.

Standardy pro výměnu personálních informací

Do této chvíle byly popisovány standardy týkající se výukových objektů, ať už jejich popisu nebo jejich obsahu. E-Learning ale samozřejmě nejsou jen tyto výukové materiály. Jsou to i uživatelé, kteří se výuky nějakým způsobem účastní. Mezi tyto uživatele patří studenti a učitelé (nazývaní také „tutoři“), ale také tvůrci obsahu, administrátoři a další. Všechny tyto osoby mají v systémech vytvořen svůj uživatelský datový profil, který zahrnuje např. uživatelské jméno, roli ve výukovém procesu, osobní informace, informace o průběhu studiem atd. V některých případech je nutné přenášet personální informace mezi různými systémy. Proto byly vytvořeny standardy, které tento přenos umožňují. V dnešní době patří mezi nejznámější standardy tohoto typu standardy „IMS Learner Information Package“ a „IMS Enterprise“, které jsou popsány dále v této části.

Příkladem, kdy je využití standardů pro výměnu personálních informací velice vhodné, může být implementace systému pro řízení výuky (LMS - Learning Management System) do informačního systému organizace. V informačním systému již mají všichni uživatelé, kteří budou nějakým způsobem používat LMS, své datové profily vytvořeny a je proto zbytečné, aby se musely datové profily v LMS vytvářet znovu ručně, když je možné je převést automaticky s využitím standardu, kde je specifikováno, jakým způsobem to provést. A toto neplatí jen pro dobu implementace LMS, ale po celou dobu jeho používání. Jakákoli změna, která se provede v informačním systému se zároveň provede i LMS (není nutné tyto změny provádět 2x, pro každý systém zvlášť).

IMS Learner Information Package

IMS Learner Information Package (dále jen „LIP“) je určen pro vzájemnou spolupráci studijních informačních systémů a dalších informačních systémů. Tato specifikace definuje sadu balíčků sloužících pro import dat do a export dat z informačních systémů. LIP (podobně jako ostatní specifikace IMS) je tvořena třemi dokumenty: specifikací informačního modelu, popisem mapování informačního modelu do formátu XML a příklady použití. Součástí standardu jsou i XML schémata popisující strukturu informačního modelu. Tato specifikace podporuje výměnu informací o studentovi mezi LMS, studijními informačními systémy, personálními systémy organizací a dalšími systémy. Z důvodu synchronizace informací mezi těmito systémy LIP jednotlivá data indexuje a označuje datem změny. Protože osobní informace jsou citlivá data, LIP předpokládá, že bude zajištěna jejich integrace a zabezpečení před neoprávněným přístupem. Konkrétní způsob, formát nebo mechanismy použití ochrany dat ale nespecifikuje. To musí být určeno samotnou organizací na základě jejich požadavků.

LIP je strukturovaný informační model využívající pro popis jazyka XML. Definuje jak strukturu vlastních dat, tak i metadat. Datová struktura o studentovi obsahuje jedenáct hlavních kategorií:

- identifikace - základní informace o studentovi (jméno, příjmení, adresa apod.)
- kariéra - informace o průběhu studia
- kvalifikace, certifikáty a licence
- aktivity - popis různých aktivit vztahených k výuce
- souhrn - záznam používaný pro přehled o vědeckých úspěších
- zájmy - popis zájmů studenta
- znalosti - znalosti a schopnosti získané ve výuce

- sdružení - členství v různých organizacích
- dostupnost - jazykové schopnosti, handicap apod.
- bezpečnostní klíč - sada hesel a bezpečnostních klíčů
- vztah - vztahy mezi jednotlivými kategoriemi

Každý prvek datové struktury má subelementy obsahující metadata o tomto prvku. Metadata jednotlivých prvků obsahují časové informace o vytvoření a době platnosti dat, indexy a informace o ochraně dat.

LIP je poměrně flexibilní a umožňuje rozšíření jednotlivých částí. V současné době existuje standard, který rozšiřuje část „dostupnost“ o nové informační prvky a nazývá se „IMS Learner Information Package Accessibility for LIP Conformance Specification“.

LIP definuje poměrně podrobný informační model použitelný pro výměnu informací o uživateli. Dalším standardem, který se s LIP částečně překrývá, je „IMS Enterprise“. Tento standard nepopisuje uživatele tak podrobně, ale zase umožňuje pružnější členění do skupin, což je vhodné např. právě při výše zmíněné implementaci LMS.

IMS Enterprise

První verze (1.0) byla publikována v září 1999 a v prosinci téhož roku byla vydána verze 1.01, která obsahuje seznam chyb verze 1.0. V současné době je aktuální verze IMS Enterprise 1.1, která je zcela kompatibilní s předchozími verzemi. Standard IMS Enterprise je určen k zajištění interoperability mezi LMS a dalšími informačními systémy v organizaci, případně mezi informačními systémy navzájem. Standard IMS Enterprise je zaměřen na výměnu informací v rámci jedné organizace a neřeší problémy vznikající při výměně dat mezi různými organizacemi (integrita dat, zabezpečení apod.).

Standard IMS Enterprise je zaměřen na čtyři typy procesů, které jsou typické pro interakci mezi LMS a dalšími informačními systémy:

- udržování osobních datových profilů - když dojde ke změně osobního profilu v informačním systému, musí se provést aktualizace tohoto profilu i v LMS
- management skupin - do procesu managementu skupin může patřit např. tvorba a administrace tříd. Informace o těchto třídách pak mohou být synchronizovány mezi různými informačními systémy.
- management zápisu - příkladem může být zápis studentů do kurzu
- zpracování výsledků - výměna informací o výsledcích studenta (např. dokončení kurzu, výsledek testu).

Pro tyto procesy specifikuje IMS Enterprise informační model, který je používán pro výměnu dat mezi informačními systémy. Tento informační model je opět popsán pomocí jazyka XML. Základními elementy informačního modelu jsou:

- *person* - tento element popisuje jednotlivce, který se účastní nějaké aktivity týkající se výuky. Datová struktura obsahuje pouze základní informace o uživateli (ID, jméno, příjmení, email atd.) a nebyla navržena pro kompletní popis personálních informací.
- *group* - kontejner obsahující všechny informace o dané skupině a také její vztahy k ostatním skupinám (definice vazeb mezi skupinami je relativně pružná). Skupinu tvoří soubor souvisejících aktivit nebo jednotlivců např. studijní skupina, třída, studijní plány.
- *membership* - struktura tohoto elementu je používána k definování členů skupiny. Členem může být osoba (element person) nebo další skupina (element group).

Dalšími elementy jsou *comments*, který je určen pro komentáře vztahující se k celé zprávě, a *properties*, ve kterém jsou uvedeny základní informace pro řízení výměny dat („záhlaví zprávy“).

Každý prodejce produktu, který podporuje IMS Enterprise, musí vydat zprávu, která potvrzuje, že daný produkt odpovídá specifikaci. Produkt může akceptovat IMS Enterprise informační model nebo dokáže tento model publikovat podle dané specifikace, příp. obojí.

Standardy pro popis výuky

V předchozích částech byly popisovány standardy zabývající se výměnou různých informací (o výukových kurzech, o uživateli). V této části jsou popsány dva standardy, které také mají zajistit interoperabilitu mezi různými systémy, ale popisují chování jednotlivých kurzů nebo návrh kurzů.

IMS Simple Sequencing

„IMS Simple Sequencing“ (dále jen „SS“) definuje způsob reprezentace chování výukových aktivit tak, aby výukové systémy mohly seřadit jednotlivé výukové aktivity ve správném pořadí. Výukovou aktivitou se v tomto standardu rozumí samostatná výuková jednotka, která může být řazena. K výukové aktivitě mohou být přiřazeny výukové zdroje, které reprezentují obsah, jenž má být doručen studentovi.

Tvůrce obsahu určí relativní pořadí, ve kterém mají být jednotlivé prvky výuky zobrazovány studentovi a podmínky na základě kterých jsou tyto prvky zobrazovány nebo přeskokovány během prezentace. SS dovoluje řazení výukových aktivit pouze v roli studenta. Pro jiné role toto řazení nedefinuje. Informační model SS může být přidružen k manifestu vytvořenému podle IMS Content Packaging. V tom případě se informační model SS přidává do elementu *organisation* v manifestu.

SS je rozdělen do několika samostatných a nezávislých částí:

- *Sequencing Definition Model* - informační model používaný k popisu požadovaného sledu funkcí
- *Tracking Model* - informační model používaný k záznamu výsledků studentovy interakce s výukovými aktivitami
- *Activity State Model* - informační model sloužící k záznamu informací o stavu studentových interakcí
- *Overall Sequencing Process* - kombinuje všechny ostatní části k vytvoření kompletního pořadí a řízení výukového materiálu
- *Navigation Behavior Model* - proces pro zpracování navigačních požadavků (např. kliknutí na tlačítko Další)
- *Termination Behavior Model* - proces pro zpracování požadavků na ukončení nějaké aktivity standardním ukončením nebo přerušením (např. se definuje, že ukončení jedné aktivity má za následek i ukončení jiných aktivit)
- *Rollup Behavior Model* - proces, který vypočítává výsledky aktivity z výsledků „podřízených“ aktivit
- *Selection and Randomization Behavior Model* - definuje, jak jsou prvky aktivity vybírány a přeskupovány během jejího běhu
- *Sequencing Behavior Model* - celý proces vytváření sledu aktivit je řízen „sekvenčními požadavky“ a tento proces tyto požadavky vyhodnocuje
- *Delivery Behavior Model* - proces, který ověřuje, že jsou splněny všechny podmínky pro doručení výukového objektu studentovi
- *Utility Processes* - podpůrné procesy, které jsou využívány ostatními částmi

Jednotlivé části jsou tvořeny informačním modelem (první čtyři části), který definuje vlastní informační prvky a parametry, a popisem funkcí, které pracují na základě parametrů uvedených v informačním modelu. Funkcionalita jednotlivých funkcí je popsána pseudokódem. SS pracuje s hierarchickou strukturou, to znamená, že každá aktivita může obsahovat sadu dalších aktivit.

Chování výukového systému a způsob, jakým se jednotlivé výše uvedené modely podílejí na procesu tvorby pořadí je popsán „sekvenčním cyklem“:

1. Student se přihlásí do výukového systému a vybere si kurz, který chce zobrazit
2. Výukový systém vytvoří relaci vytvořením navigačního požadavku „Start“ (začít kurz od začátku), „Resume All“ (pokračovat v kurzu) nebo „Choice“ (zeptat se studenta, odkud chce pokračovat)
3. *Navigation Behavior Model* zpracuje navigační požadavek a přeloží jej na sekvenční požadavek, který se zpracuje

Další body se opakují v cyklu:

4. S použitím informací z *Tracking Model* a sekvenčního požadavku, *Sequencing Behavior Model* zjistí aktivity, které mají být poslány studentovi
5. *Delivery Behavior Model* určí, zda mohou být obsahy daných aktivit poslány studentovi. Jestliže ano, odešlou se mu. V opačném případě se cyklus zastaví a čeká se na další navigační požadavek (krok 8)
6. Sekvenční proces je nyní ve stavu nečinnosti a čeká na interakci studenta
7. Student nebo nějaká jiná aktivita vytvoří navigační událost
8. Výukový systém informuje sekvenční proces o vzniku události vytvořením navigačního požadavku
9. *Navigation Behavior Model* přeloží navigační požadavek na ukončovací a sekvenční požadavek. Jestliže navigační požadavek ukazuje, že uživatel chce ukončit relaci, je relace ukončena
10. Je-li aktivita spuštěna navigačním požadavkem na ukončení, může tato aktivita generovat nové hodnoty, které aktualizují *Tracking Model*. Pak aktivita skončí. Poté je spuštěn *Rollup Behavior Model*, který provede přepočty hodnot u této a všech nadřazených aktivit

Pomocí tohoto standardu je tedy možné relativně snadno definovat, jak se bude zobrazovat průběh kurzu (např. pokud student odpoví špatně na otázku, zobrazí se mu drobná nápověda; odpoví-li správně, může pokračovat ve výuce).

IMS Learning Design

Tento rozsáhlý standard vznikl až v roce 2003, ale vychází z projektu „Educational Modelling Language“ zpracovaného na Open University of the Netherlands. „IMS Learning Design“ (dále jen „LD“) může být považován za integrační vrstvu, která používá, zahrnuje nebo rozšiřuje následující standardy: IMS Content Packaging, IMS Simple Sequencing, IEEE Learning Object Metadata, IMS Question and Test Interoperability, IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective, IMS Learner Information Package a IMS Enterprise. LD stanovuje tři úrovně realizace a dodržení specifikace (A, B, C), z nichž úroveň A je nejzákladnější a C nejrozsáhlejší.

Cílem LD je poskytnout strukturu elementů, pomocí kterých bude možné popsat libovolný návrh výukového procesu formálním způsobem. Specifikace byla vytvářena s ohledem na následující požadavky:

- kompletnost - musí být schopný zcela popsat výukový proces (integraci aktivit studentů i učitelů, integraci zdrojů a služeb používaných během výuky, podporu širokých možností přístupů k výuce, podporu modelů výuky pro jednoho i více studentů, podporu smíšené i on-line výuky, ...)

- pedagogická flexibilita - musí být flexibilní v popisu všech možných typů výchovy (nesmí se omezovat na stanovené pedagogickými přístupy)
- personalizace - musí umožnit popis personalizačních aspektů v rámci návrhu výuky tak, aby obsah a aktivity uvnitř výukové jednotky mohly být přizpůsobeny studentům na základě dosažených znalostí, zálib atd.
- formalizace - návrh výuky musí být popsán formálním způsobem, aby bylo možné jeho automatické zpracování
- opakovatelnost - popis návrhu výuky musí být natolik abstraktní, aby bylo možné provádět jeho opakované spouštění s různými nastaveními a pro různé osoby
- interoperabilita - musí podporovat interoperabilitu výukových návrhů mezi různými systémy

LD je tvořen třemi základními komponentami:

- Koncepční model
- Informační model
- Model chování

Koncepční a informační model je rozdělen do tří částí - pro každou úroveň (A, B, C) existuje jedna. Model je podobně jako ostatní specifikace IMS popsán pomocí XML.

Datový model, API, repozitáře

Standardy v této části jsou rozděleny na dvě podkapitoly. V první podkapitole jsou popsány dva standardy, které umožňují výměnu dat mezi výukovým materiálem a LMS. V druhé podkapitole jsou uvedeny standardy týkající se repozitářů.

IEEE Data Model 1484.11.1, IEEE API 1484.11.2

Když student prochází výukovým kurzem, je někdy potřeba, aby tento kurz mohl (ať už na základě studentových akcí nebo bez nich) posílat informace do LMS nebo z LMS informace získávat. Tento způsob komunikace je nutný např. pro ukládání celkového skóre studenta v testu nebo pro možnost pokračovat od poslední navštívené pozice. Standardy „IEEE Data Model 1484.11.1“ a „IEEE API 1484.11.2“ definují datový model, metody a požadavky na LMS a výukové objekty, díky nimž je právě takováto komunikace mezi výukovými objekty a LMS možná. Cílem těchto standardů je přenositelnost kurzů a jejich znovupoužitelnost mezi různými LMS.

Standard IEEE API 1484.11.2 popisuje aplikační rozhraní pro komunikaci mezi obsahem a RTS (Run-Time Service). RTS je software, který řídí spouštění a doručování výukového obsahu studentovi. Může také poskytovat další služby jako přidělování zdrojů, plánování, řízení vstupu a výstupu a datový management. Standard popisuje stavy, ve kterých se může API instance nacházet, události, jaké mohou vzniknout, a metody, které musí být podporovány. Definuje také kódy chyb, které mohou při používání API nastat. API by měla být přístupná přes Document Object Model (DOM) specifikovaný konsorciem W3C. Objekt vytvořený API by se měl jmenovat *API_1484_II*; pro tento název standard uvádí příklad funkce, která může být výukovým objektem použita pro nalezení API instance.

API definuje následující metody, které jsou použity pro komunikaci mezi výukovým objektem a RTS, a jejich chování:

- Initialize - metoda pro vytvoření a inicializaci relace
- Terminate - metoda, po jejímž zavolání dojde k ukončení relace

- GetValue - metoda používaná pro získání informace specifikované parametrem funkce. Parametr odpovídá datovému modelu popsanému níže.
- SetValue - metoda k zápisu dat do RTS
- Commit - voláním této metody požaduje výukový objekt poslání všech dat do RTS. Implementace API může totiž hodnoty ukládat do dočasné paměti.
- GetLastError - metoda vrací číslo chyby pro aktuální stav API implementace. Návrátová hodnota 0 znamená, že se nevyskytla chyba.
- GetErrorString - metoda vrací textovou interpretaci chybového kódu, který je předán jako vstupní parametr
- GetDiagnostic - metoda umožňující vývojářům RTS poskytnout detailnější diagnostiku

Pro výměnu datových prvků a jejich hodnot mezi RTS a výukovým objektem je používán datový model, který je definován ve standardu IEEE Data Model 1484.11.1. Datový model je založen na používaném modelu zvaném „Computer Managed Instruction“ („CMI“). Obsahuje 26 položek, z nichž některé jsou dále členěny:

- informace o studentovi - jeho jméno a ID
- informace o skóre - dosažené skóre studenta, skóre nutné pro úspěšné absolvování výukového objektu
- informace o jednotlivých interakcích studenta (zda odpověděl správně, doba trvání odpovědi atd.)
- informace o průchodu výukovým objektem (např. zda již tímto objektem student procházel, kde skončil, jak velkou část z výukového objektu již prostudoval)
- informace o čase (kolik času již student studiem strávil - celkem nebo v aktuální relaci, max. povolený čas na studium, co se má provést po vypršení časového limitu atd.)
- komentáře od studenta nebo z LMS
- další

IMS Digital Repositories Interoperability

Smyslem „IMS Digital Repositories Interoperability“ (dále jen „DRI“) je poskytnout doporučení pro interoperabilitu většiny funkcí obecných repositářů. Tento standard definuje digitální repositáře jako soubor zdrojů, které jsou přístupné přes datovou síť bez předchozí znalosti struktury souboru. Repositáře by měly udržovat aktuální zdroje a metadata, která je popisují. Zdroje a jejich metadata nemusí být uchovávané ve stejném repositáři.

DRI definuje architekturu, na které jsou zobrazeny tři typy jednotek:

- role - např. student, tvůrce obsahu
- funkční komponenty - komponenty pro uživatele repositáře, pro repositáře, pro přístupový management a pro pořizovací služby
- služby - seznamy a adresáře

Mezi těmito jednotkami jsou vytvořeny vzájemné interakce, které mají být v DRI popsány. Tvorba DRI je rozdělena do několika fází. V současné době je dokončena fáze 1 - DRI verze 1.0. Definovány jsou interakce mezi uživatelskou funkční komponentou a funkční komponentou repositáře. Jednotlivé interakce jsou popsány obecně, protože v současné době je implementováno mnoho typů technologií repositářů. Zároveň jsou ale uvedeny specifikace pro repositáře používající XQuery a systémy, které

používají zavedené postupy pro interoperabilitu repositářů (např. Z39.50). Jsou definovány následující interakce:

- Search/Expose - vyhledávání metadat přiřazených k obsahu vystavovaném repositářem
- Gather/Expose - definuje seskupování metadat pro použití v následujících vyhledáváních a seskupování metadat za účelem vytvoření nového metadatového repositáře
- Submit/Store - vztahuje se ke způsobu, jakým je objekt poslán do repositáře a jak bude v tomto repositáři označen pro přístup. Objekt může být nahrán např. z jiného repositáře, z LMS, nebo z pevného disku tvůrce. Systémy, které odpovídají DRI, by měly být prováděny s použitím SOAP (definováno W3C) zpráv s přílohou.
- Request/Deliver - tato funkcionalita umožňuje uživateli získat přístup k výukovému materiálu. V požadavku Request je záznam o metadatech požadovaného výukového objektu, který byl získán funkcí Search. Deliver je odpověď repositáře, který poskytne přístup (pokud k němu má oprávnění) k požadovanému výukovému objektu.

Pro obecnou komunikaci mezi komponentami definuje IMS DRI model zpráv (záhlaví, tělo zprávy).

V předchozích částech byly převážně popisovány standardy organizace IMS. Standardy této organizace jsou velice používané, ale nejsou jediné. Dalším velice často používaným zástupcem standardů používaných v e-Learningu je „Sharable Content Object Reference Model“, který je popsán v následující části.

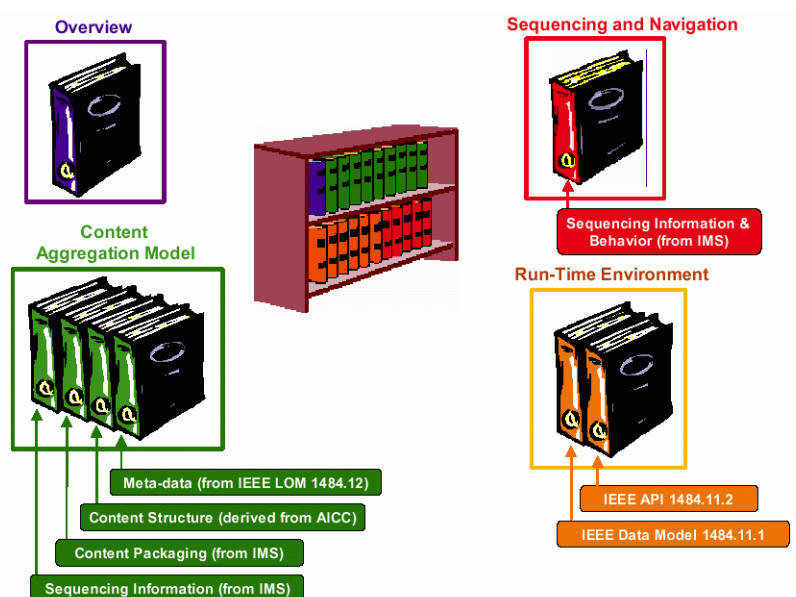
Sharable Content Object Reference Model

V listopadu roku 1997 byla spuštěna ministerstvem obrany USA iniciativa Advanced Distributed Learning (ADL). Posláním této organizace je poskytovat přístup k výuce a výcviku v nejvyšší kvalitě, přizpůsobený individuálním potřebám, poskytovaný kdykoli a kdekoli za rozumnou cenu. Kvůli dosažení těchto cílů vytvořila instituce ADL standard „Sharable Content Object Reference Model“ (často jen „SCORM“), který umožňuje rychlejší tvorbu výukových materiálů, které bude možné znovu použít i na jiných systémech.

V současné době je nejnovější verzí SCORM 2004. Oproti předchozím verzím došlo k mnoha změnám. Hned na první pohled je vidět, že z dřívějších dvou částí („Content Aggregation Model“ a „Run-Time Environment“) byl standard rozšířen o další část - „Sequencing and Navigation“. Další změny spadají do několika kategorií: zjednodušení koncepce, uspořádání požadavků (na LMS, výukové objekty), změny kvůli standardům a opravy chyb.

SCORM 2004 je sada standardů a specifikací, které byly spojeny do sady „technických knížek“. Téměř všechny specifikace jsou převzaty z jiných organizací. SCORM si lze představit jako jednotlivé knížky, které dohromady tvoří knihovnu (viz obr. 1). SCORM 2004 je složen ze tří hlavních částí: „Content Aggregation Model“ (CAM), „Run-time Environment“ (RTE) a „Sequencing and Navigation“ (SN). Jak je patrné z obrázku, SCORM je založen na standardech a specifikacích, které jsou popsány výše v této zprávě, a proto zde nebudou dále rozváděny.

Obrázek 1. Struktura SCORM



Obrázek je převzat z *Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 Overview, 2004*.

SCORM definuje dva typy výukových objektů:

- Assets - statický výukový objekt - nevyužívá funkcí RTE
- Sharable Content Object (SCO) - využívá RTE pro výměnu informací mezi SCO a LMS

SCORM bude i nadále vyvíjen podle požadavků a potřeb na elektronickou podporu výuky. Příklady témat, která by mohla být zahrnuta v dalších verzích:

- návrh nové architektury pro run-time prostředí a pro datový model
- zahrnutí simulací
- implementace inteligentních výukových možností
- začlenění herních technologií

Závěr

Jak již bylo řečeno v úvodu, cílem této zprávy nebylo podat vyčerpávající přehled všech existujících specifikací a standardů, týkajících se oblasti e-Learningu. Cílem bylo vybrat z nich ty, které má v dnešní době smysl sledovat a zejména pak požadovat po svých dodavatelích, nebo naopak implementovat do svých řešení.

Pojem e-Learning, k němuž se jako český ekvivalent často používá sousloví „elektronická podpora výuky“, v sobě zahrnuje jakékoliv (elektronické) technologie, které přímo či nepřímo zefektivňují, zjednodušují, zpřijemňují, nebo jakýmkoliv jiným způsobem ovlivňují výuku ve všech jejích fázích a podobách. S nástupem e-Learningu vznikl před cca deseti lety na tomto poli obrovský prostor pro kreativitu všech zúčastněných. Postupem času se oddělovala lepší řešení od horších, moderní od zastaralých, úspěšná od neúspěšných. To donutilo zákazníky i vývojáře zformulovat pravidla a postupy, které se osvědčily, a které zvyšují úspěšnost projektů. Výsledkem je celá řada doporučení (ať již ve formě standardů či specifikací), pokrývajících některé problémové oblasti.

Celá situace je dnes ještě velmi živá, nové verze specifikací vycházejí téměř každý rok. Aktuálně existují oblasti, které jsou z různých důvodů (ať již díky momentálnímu zájmu zákazníků, relativní jednoduchosti nebo jejich neopomenutelnosti), zpracovány na poměrně dobré úrovni. Patří sem například problematika metadatových elementů nebo interoperability dat. Na druhé straně jsou i oblasti, které jsou stále poměrně nedotčené - například problematika autorských práv k digitálním dokumentům, metadatových slovníků, lokalizace a personalizace dat atd.

Vzhledem k množství a různorodosti existujících standardů a specifikací není jednoduché je všechny zapracovat do konkrétního řešení. Z tohoto pohledu se v současné době jako nejperspektivnější zdá standard SCORM, který jde právě cestou kombinování vhodných standardů a specifikací do jednoho spolupracujícího celku. Velkou výhodou je zde také možnost automatizované validace kompatibility se specifikací.

Co říci na závěr? Snad jen tolik, že standardy, přestože jsou někdy velmi svazující, jsou dobrá věc. Zákazníkům lze jen doporučit, aby dali při nákupu přednost programovému vybavení, které jejich existenci respektuje, a vývojářům připomenout, že stejný problém jako oni už velmi pravděpodobně někdo řešil a že je možné (a výhodné) tato řešení využít.

Použité zdroje

Webové stránky

IMS Global Learning Consortium, Inc.. <http://www.imsglobal.org>.

IEEE Learning Technology Standards Committee. <http://ltsc.ieee.org>.

Advanced Distributed Learning. <http://www.adlnet.org>.

Dublin Core Metadata Initiative. <http://www.dublincore.org>.

Odborné texty

Thinking XML: Learning Objects Metadata. Uche Ogbuji. <http://www-106.ibm.com/developerworks/xml/library/x-think21.html>.

What are Specifications and Standards. EduSpecs. <http://eduspecs.ic.gc.ca/pub/specificationsandstandards/index.html>.

Learning Object Metadata (LOM). Wayne Hodgins a Erik Duval. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/CEN-ISS_LOM_2004_Jan27_Madrid.ppt.

Interoperability and Reusable Learning Objects. Lorna M. Campbell. http://www.intrallect.com/news/seminar_powerpoint/lorna_campbell.ppt.

What Is... IMS Content Packaging?. Scott Wilson a Sarah Currier. <http://www.cetis.ac.uk/lib/media/CPbrief.pdf>.

What Is... IMS Question and Test Interoperability?. Niall Sclater a Rowin Cross. <http://www.cetis.ac.uk/lib/media/qtibrief.pdf>.