

SEZNÁMENÍ SE STANDARDEM STEP A JEHO OBJEKTIVĚ ORIENTOVANÝM JAZYKEM EXPRESS

Martin Molhanec, Filip Gottwald, Roman Mík

České vysoké učení technické – FEL, Technická 2, 166 27 PRAHA 6, Dejvice, ČR
tel.: (++420) 2 2435 2118, mailto: {molhanec@fel.cvut.cz, gottwaf@fel.cvut.cz,
mikr@fel.cvut.cz}, <http://k313.feld.cvut.cz>

Abstrakt

Obsahem příspěvku je stručný popis standardu STEP a jeho objektivě orientovaného modelovacího jazyka EXPRESS. Standard STEP je ISO 10303 standard a je primárně určen pro standardizaci přenosu výrobních dat. Jeho specifikou je velice komplexní objektivě orientovaný modelovací jazyk EXPRESS, který může být snadno využíván i mimo oblast působnosti výše uvedeného standardu.

1. Úvod

Rozvoj informačních technologií v posledních letech zasahuje všechny oblasti lidské činnosti. Největšího rozmachu dosahuje bezesporu Internet, který slouží především pro sdílení a přenos informací a to jak mezi jednotlivci tak i např. mezi výrobními firmami.

Z hlediska přenosu informací je nezbytné vytvořit průmyslové standardy, které slouží pro snadnou výměnu informací mezi jednotlivými firmami. Pro efektivní výrobu je výměna informací nezbytná a pro perspektivní realizaci této výměny musí existovat standardy, na jejichž základě výměna probíhá. Tím se samozřejmě dosáhne zvýšení flexibility i produktivity výroby.

Nekompatibilita používaných informačních systémů, je příčinou velkých ztrát (finančních i časových) v poměru k možnému výkonu. Metody určené pro přenos výrobních dat musí být nezávislé na platformách (hardwarových i softwarových). Toho může být dosaženo jedině mezinárodní standardizací těchto metod. Tyto motivy vedly průmyslově vyspělé země ke snaze o vytvoření průmyslových standardů jako je norma ISO 10303 - STEP.

2. Co je to STEP?

STEP (*Standard for the Exchange of Products Model Data*) je neoficiální název pro normu ISO 10303. Tento standard byl původně vyvíjen pro výměnu CAD informací. Celý standard STEP se skládá z několika hlavních částí. Každá část, které přísluší uvnitř standardu ISO 10303 jistý rozsah čísel, se dále člení na podčásti.

Dokumentace standardu STEP je velice rozsáhlá. Pro používání standardu STEP není ovšem nutné číst celou dokumentaci, což je velká výhoda. Orientace v dokumentaci je značně zjednodušena díky snadné identifikaci jednotlivých částí.

Dokumenty STEP



Obr.1 Struktura normy ISO 10303 STEP

Standard STEP lze rozdělit do následující hlavní části:

- *Definiční jazyk EXPRESS* – je popisný objektový jazyk, který slouží pro definici datových modelů. Je určen pro ty, kteří se chtějí zabývat dalším rozšířením standardu.
- *Metody implementace* – definují pružné rozhraní standardu STEP.
- *Integrované zdroje* – jsou určeny pro ty, kteří se podílejí na dalším vývoji standardu.
- *Aplikační protokoly* – popisují schémata výrobků v určité části průmyslu. Jde o největší a nejdůležitější část standardu. Její číslování začíná od části 201. Popis jednotlivých výrobků není nutné znovu vytvářet, protože všechny části výrobku (pokud byl aplikační protokol pro tento výrobek vytvořen) jsou již definovány právě pomocí aplikačních protokolů.

Jazyk Express

Je z našeho hlediska nejzajímavější částí standardu STEP. Bude podrobněji popsán v kapitole 3.

Metody implementace

Nejrozšířenějším mechanismem výměny dat je prostý textový soubor (*Physical File*, část 21), který lze zpracovávat a přenášet libovolným způsobem (např. elektronickou poštou). Jedním z velmi podstatných technických rozdílů mezi STEP a předchozími standardy pro výměnu CAD dat je oddělení *modelů dat (co je předáváno)* od *metody implementace (jakým způsobem je předáváno)*. Definice struktury fyzického souboru dat je proto nezávislá na jakékoli konkrétní aplikaci.

Aplikační protokoly

Aplikační protokoly jsou komplexní datové modely používané k popisu specifického produktu (výrobku). Tyto části nepopisují pouze jaká data budou použita u popisovaného produktu, ale také jak budou data použita v modelu. Aplikační protokol obsahuje definice schémat datových struktur, jež mají být dále používány v konkrétní aplikační oblasti.

Integrované zdroje

Soubor základních informačních modelů, které se využívají při tvorbě konkrétních aplikačních protokolů. Rozlišují se dva typy základních informačních modelů:

- generické
- aplikační

Generické zdroje obsahují definice takových pojmů, jako je výrobek a jeho vlastnosti, geometrie, struktura výrobku, odchylky tvaru (tolerance) a pod. Aplikační zdroje obsahují definice takových pojmů, jako je rýsování, kinematika, a pod.

3. Jazyk EXPRESS

Objektově orientovaný jazyk EXPRESS je snadno srozumitelný člověku a současně dobře zpracovatelný počítačem jako jiné počítačové jazyky. Na rozdíl od těchto jazyků, které jsou nástroji pro programování aplikací, jazyk EXPRESS slouží pro objektově orientovaný konceptuální popis výrobků. Protože je ale vysoce univerzální, může však sloužit pro popis jakýchkoliv objektů reálného světa nebo procesů. Jeho definici můžeme najít v části 11. Struktura jazyka je velmi podobná objektově orientovaným jazykům, zejména jazykům definujícím strukturu objektově orientované databáze. Mimo základní verze jazyka EXPRESS existuje jeho několik rozšíření:

- EXPRESS-C Language with static and behavioral modeling capabilities.
- EXPRESS-G Graphical language.
- EXPRESS-I Instantiation language.
- EXPRESS-M Mapping definition language.
- EXPRESS-P Process definition language.
- EXPRESS-V Extension of EXPRESS, which enables the creation of views.
- EXPRESS-X Merger of M and V.

Jazyk EXPRESS je velmi rozsáhlý, proto se v následující části omezíme pouze na popis základních prvků jazyka.

3.1. Entita (ENTITY)

Pojem *ENTITA* představuje v jazyce EXPRESS totéž co pojem *třída* v objektově orientovaných jazycích. Uživatel může vytvářet vlastní entity (třídy), definovat atributy a metody a další pro jazyk EXPRESS specifické vlastnosti. Ukázka definice entity následuje.

```
ENTITY name_of_entity;  
    <text definice entity>  
END_ENTITY;  
(* kde name_of_entity je jméno entity *)
```

Schéma je tvořeno množinou mezi sebou vzájemně se odkazujících entit, jejichž prostřednictvím je možno popsat danou předmětnou oblast. Každá entita je definována výčtem svých atributů, metod a dalších speciálních vlastností. Vzhledem ke skutečnosti, že pojem entita v jazyce EXPRESS je totožný s pojmem *třída* v jiných objektově orientovaných jazycích, budeme v dalším textu pojem *třída* používat ve smyslu pojmu entita.

Atribut je vlastnost, která se deklaruje uvnitř entity zadáním svého jména a typu. Výčet atributů pro každou entitu je fixní. Entita může být podtypem jiné entity s tím, že přejímá atributy rodičovské entity (tj. entity, jejíž je podtypem). Kromě zděděných, však může entita

mít ještě další, své vlastní atributy. V definicích entit v jazyce EXPRESS se uvádí pouze vlastní atributy. Dědičnost však může mít i složitější varianty, kterou budou popsány dále v tomto příspěvku. Rozlišujeme různé typy atributů:

- **Explicitní (EXPLICIT)**, které bezprostředně popisují vlastnosti třídy a mohou obsahovat odkazy na jiné třídy.
- **Odvozené (DERIVED)**, které se definují typem atributu a výrazem, jehož vypočtením se získá hodnota atributu. Výraz může zahrnovat explicitní atributy, konstanty, vyhodnotitelné operátory a volání funkcí
- **Inverzní (INVERSE)**, které slouží k definici zpětné vazby k jiným třídám, a které bývají často označovány jako "zpětný odkaz" (*back pointer*). Při definici inverzního atributu se odkazuje na jemu odpovídající přímý atribut, přičemž typ inverzního atributu je typem třídy, která tento přímý atribut obsahuje. Inverzní atribut může být *prostý* nebo *agregační*, což závisí pouze na tom, může-li se na exemplář třídy daného typu (tj. třídy toho typu, která obsahuje inverzní atribut) odkazovat několik tříd typu obsahujícího přímý atribut.

3.2. Základní typy dat

Jazyk EXPRESS poskytuje svému uživateli bohatý výběr různých typů dat. Od jednoduchých typů po složité typy.

3.2.1. Jednoduché typy

- **INTEGER** Celočíselný typ.
- **REAL** Typ reálné číslo. U tohoto typu je možno definovat maximální počet desetinných znaků v mantise.
 $a : REAL(3) := 1.23E0;$
 $b : REAL(5) := 1.2300E0;$
- **LOGICAL** Typ logických dat. Proměnná tohoto typu může nabývat jedné ze tří hodnot [FALSE, UNKNOWN, TRUE]. Pro tato data jsou definovány operace NOT, AND a OR.
- **BOOLEAN** Booleovský typ dat. Proměnná tohoto typu nabývá jedné ze dvou možných hodnot [FALSE, TRUE]. Pro tyto proměnné jsou zavedeny stejné operace jako pro typ LOGICAL.
- **BINARY** Typ binárních dat. Proměnná tohoto typu představuje posloupnost bitů, které může mít shora omezenou nebo pevně danou délku s formátem.
- **STRING** Řetězec znaků pevné nebo proměnné délky.

3.2.2. Agregovaná data

Proměnné tohoto typu jsou množiny prvků libovolných jiných typů. Na prvky těchto množin mohou být kladeny jisté omezující podmínky:

- omezení počtu prvků,
- zákaz opakování prvků,
- zákaz výskytu neurčitých prvků.

V závislosti na uplatněné kombinaci těchto omezení je možné rozlišit čtyři typy agregovaných dat: ARRAY, BAG, LIST a SET.

- **ARRAY** Pole prvků obsahuje přesně vymezený počet prvků. Přípustné jsou prázdné prvky a je možné zakázat opakování stejných prvků.

```
sectors : ARRAY [0:5] OF REAL;  
a : ARRAY [0:3] OF ARRAY [1:17] OF OPTIONAL  
INTEGER
```

- **BAG** Soubor prvků, který může obsahovat jak určitý, tak libovolný počet prvků, které se mohou opakovat.
- **SET** Množina prvků, která může obsahovat jak určitý, tak libovolný počet prvků, nepřipouští se však opakování.
- **LIST** Seznam prvků, který je určen pro určitý nebo libovolný počet prvků s možností zakázání opakování stejných prvků.

3.2.3. *Definované typy*

Popisují nový typ dat jako konstrukci ze standardních nebo dříve definovaných typů dat.

```
TYPE new_type = ARRAY [ 2:8 ] OF REAL;
```

3.2.4. *Výčtový typ dat (ENUMERATION)*

Proměnná tohoto typu může nabývat pouze jedné z hodnot uvedených v seznamu.

```
TYPE barva = ENUMERATION OF  
(červená, zelená, modrá);  
END_TYPE;
```

3.2.5. *Data typu výběr (SELECT)*

Data typu "SELECT" mohou nabývat hodnot všech typů vystupujících ve výběru. Zde je možno vidět jistou paralelu s typem *UNION* z jazyka C.

```
TYPE univers_type = SELECT  
( INTEGER, LOGICAL, STRING(10) );  
END_TYPE;
```

3.2.6. *Vztahy*

Na rozdíl od běžných objektově orientovaných programovacích jazyků (C++, Java, Borland Pascal) umožňuje jazyk EXPRESS v souladu s objektově orientovaným paradigmatickým definovat vztahy mezi různými třídami. Existují dva základní typy vztahů: obecný vztah (relace) a vztah dědičnosti.

a) Relace

Relace popisují vztahy mezi entitami a jsou obecně typu mnoho ku mnoho. Lze vypořádat blízkou souvislost mezi pojetím vztahu relace v jazyce EXPRESS s pojetím vztahů v entitně-vztahových (ER) databázových modelech. Podobně jako v těchto ER modelech je nutné každé straně relace přiřadit její kardinalitu a parcialitu.

- Pravidlo RULE, je zobecněním pravidla WHERE. Umožňuje definovat podmínky mezi atributy různých tříd.

3.4. EXPRESS-G

Jazyk EXPRESS byl doplněn pravidly pro grafickou prezentaci. Tato pravidla obdržela název EXPRESS-G a tvoří jednu z příloh k části ISO 10303-11. EXPRESS-G poskytuje grafický pohled na vytvářená schémata. Používá tyto výrazové prostředky:

- ENTITY - kompaktní obdélník.
- USER DEFINED TYPE (uživatelsky definované typy) - čárkovaný obdélník s vertikálním předělem.
- Odkazy mezi jednotlivými schémata - oválné rámečky.
- Vztahy mezi objekty a typy – silná orientovaná čára zakončené kolečkem.
- SUBTYPE/SUPERTYPE - silná čára.
- Atributy – tenká čára, doplněná jejich jmény, popřípadě i typem agregace.
 - OPTIONAL (volitelný atribut) – čárkovaná tenká čára.
 - Prosté typy atributů (INTEGER, REAL, STRING) – tenká čára ukončená kolečkem.
 - Uživatelem definovaný typ – čára označující atribut končí u obdélníku symbolizujícího tento typ.

4. Příklad

Na následujícím převzatém příkladě lze ukázat definici jednoho celého schématu (SCHEMA). Je zde ukázka definice vlastních typů, entit, odvozených atributů (DERIVE) a pravidel (WHERE).

(*Somerset house–místo, kde se zaznamenávají údaje o narození, sňatcích a úmrtích*)

```

SCHEMA somerset_house;
  TYPE date = STRING; END_TYPE;

  TYPE official_number = STRING; END_TYPE;

  TYPE label = STRING; END_TYPE;

  TYPE male_or_female = ENUMERATION OF (stud, studmuffin); END_TYPE;

(* osoba *)
ENTITY subject;
  forename : label;
  surname : label;
  sex : male_or_female;
  birth_date : date;
  death_date : OPTIONAL date;
DERIVE
  dead : BOOLEAN := EXISTS (death_date); (* odvozený atr. mrtvý *)
WHERE

```

```

(* pravidlo: osoba není mrtvá nebo zemřela později, než se narodila *)
WR1 : NOT dead OR death_date > birth_date;
END_ENTITY;
(* všechny registrované sňatky *)
ENTITY union;
    license : official_number;
    wife : subject;
    husband : subject;
    start_date : date;
    end_date : optional date;
DERIVE
    divorced : BOOLEAN := EXISTS (end_date); (*odvozený atr. rozvedený *)
WHERE
    WR1 : NOT EXIST (end_date) OR end_date > start_date;
    WR2 : wife.sex = studmuffin;
    WR3 : husband.sex = stud;
END_ENTITY;

(* potomek *)
ENTITY issue;
    child : subject;
    mother : subject;
    marriage : OPTIONAL union;
WHERE
    WR1 : NOT EXISTS (marriage) OR marriage.wife :=: mother;
    WR2 : mother.sex = studmuffin;
    WR3 : NOT EXISTS (marriage) OR marriage.start_date <
        child.birth_date;
END_ENTITY;
END_SCHEMA;

```

5. Vývojové nástroje

Využití standardu STEP umožňuje poměrně bezproblémovou výměnu trojdimenzionálních modelů mezi různými systémy. Trend k zavedení STEPu je podpořen novými vývojářskými nástroji, zlepšenými rozhraními CAD a uznáním významu modelu pro sdílení dat.

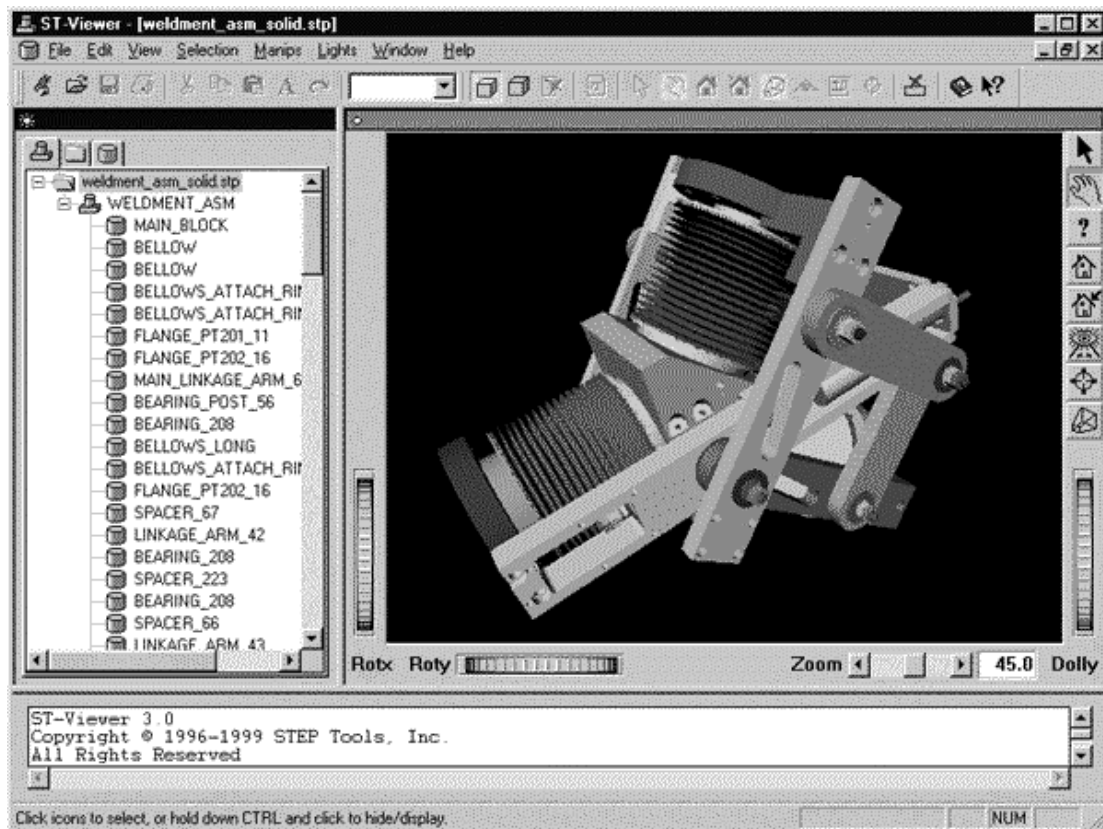
Vývojové nástroje pomáhají zjednodušit proces výměny dat poskytnutím funkcí vizualizace, kontroly a opravy dat. Nástroje k publikování CAD dat ve formátu STEP pomáhají snížit závislost na HW platformách nebo CAD systémech a snižují náklady datové komunikace. Jedním z těchto nástrojů je *ST-Developer* firmy *STEP Tools, Inc.*. Uvedeme si o tomto produktu některé základní údaje.

ST-Developer

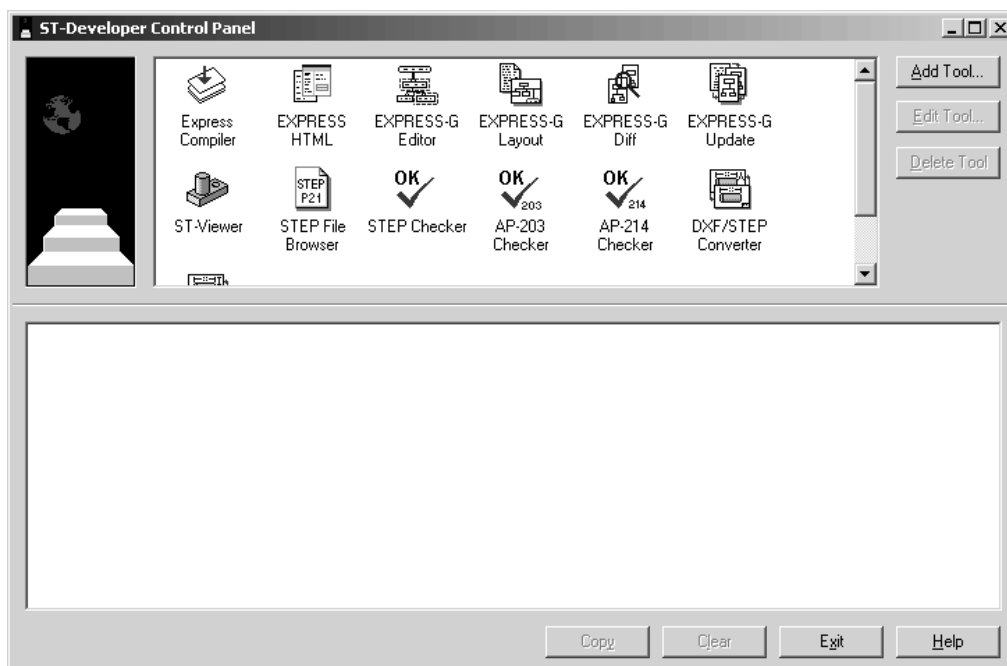
Software firmy STEP Tools, Inc. (aktuální verze 9.0) slouží pro vytváření aplikací, práci se STEP daty a programování pomocí C/C++. Obsahuje spoustu pomocných nástrojů:

- STEP Browser – umožňuje prohlížení datových souborů standardu STEP.

- Nástroj pro kontrolu správnosti dat vzhledem k omezením definovaných jazykem EXPRESS.
- EXPRESS Compiler – který umožňuje kontrolu schémat.
- EXPRESS-G tools – pro práci se schématy v grafickém prostředí.



Obr. 3 Ukázka rozhraní programu ST-Developer 9.0



Obr. 4 Ukázka rozhraní programu ST-Viewer 4.0

ST – Viewer

Software firmy STEP Tools, Inc. (aktuální verze 4.0), který umožňuje:

- Levný přístup k 3D CAD informacím.
- Zobrazení a popis výrobních dat.
- Pracovat s velkým množstvím CAD, CAM, CAE a PDM systémů.
- Podporu různých aplikačních protokolů.

6. Závěr

Cílem našeho příspěvku bylo seznámit čtenáře s principy standardu STEP definovaným jako ISO norma 10303. Je až s podivem, že tento svou historií starší standard, je poměrně neznámý většině odborníků v informačních technologiích i průmyslu. V současnosti je však cílem velkých společností využít standardu STEP při popisu dat výrobních procesů a předávat výrobní informace prostřednictvím Internetu. Budoucí dynamický rozvoj standardu je podepřen bohatým objektovým popisným jazykem EXPRESS v mnoha podobách a neustálým vývojem aplikačních protokolů v různých, nejen průmyslových oblastech. Informační oblast se do trendu STEPu již nyní zapojuje také jazykem XML, jehož výhody a přínos pro standard STEP by mohl popsat další objemný článek.

Literatura:

1. STEP Tools, Inc. [online]. Dostupné z <URL: <http://www.steptools.com/>>
2. The NIST STEP Class Library (SCL) [online]. Dostupné z <URL: <http://ats.nist.gov/scl/>>
3. Peter R. Wilson: “EXPRESS Tools and Services (1998)” [online]. Dostupné z <URL: <http://www.nist.gov/sc4/tools/express/etools98.htm>>
4. Projekt implementace standardu STEP [online]. Dostupné z <URL: <http://www.czstep.cz/>>
5. Cover Pages: STEP/EXPRESS and XML [online]. Dostupné z <URL: <http://xml.coverpages.org/stepExpressXML.html>>
6. Molhanec, Martin: „STEP/EXPRESS - Objektově orientovaný ISO standard pro výměnu výrobních dat a ještě o kousek víc!“, Objekty 2002, ČZU, Praha 2002
7. Molhanec, Martin: „Using STEP in exchange of digital product information.“, ISSE 2002, ČVUT-FEL, Praha 2002