

Interaktivní matematická grafika v PDF dokumentech

Roman Plch¹

¹Ústav matematiky a statistiky
Masarykova univerzita, Brno

9. 11. 2013, České Budějovice

- Typografický systém T_EX zůstává dosud nepřekonaným systémem pro sazbu matematických textů.

- Typografický systém \TeX zůstává dosud nepřekonaným systémem pro sazbu matematických textů.
- Výstup do PDF formátu umožňuje tvorbu i interaktivních výukových materiálů určených k prohlížení na obrazovce.

- Typografický systém \TeX zůstává dosud nepřekonaným systém pro sazbu matematických textů.
- Výstup do PDF formátu umožňuje tvorbu i interaktivních výukových materiálů určených k prohlížení na obrazovce.
- Interaktivitu zajišťují moderní vlastnosti PDF formátu, jako jsou formuláře a vložené Javascripty.

- Typografický systém \TeX zůstává dosud nepřekonaným systémem pro sazbu matematických textů.
- Výstup do PDF formátu umožňuje tvorbu i interaktivních výukových materiálů určených k prohlížení na obrazovce.
- Interaktivitu zajišťují moderní vlastnosti PDF formátu, jako jsou formuláře a vložené Javascripty.
- Na ilustrativních příkladech si ukážeme použití a možnosti interaktivní 3D a 2D grafiky, animací a představíme nástroje použité při jejich tvorbě.

- Typografický systém \TeX zůstává dosud nepřekonaným systémem pro sazbu matematických textů.
- Výstup do PDF formátu umožňuje tvorbu i interaktivních výukových materiálů určených k prohlížení na obrazovce.
- Interaktivitu zajišťují moderní vlastnosti PDF formátu, jako jsou formuláře a vložené Javascripty.
- Na ilustrativních příkladech si ukážeme použití a možnosti interaktivní 3D a 2D grafiky, animací a představíme nástroje použité při jejich tvorbě.
- Dokumenty tohoto typu je možno prohlížet pouze pomocí Adobe Readeru verze 9 a novějších verzí.

Interaktivní 3D grafika

Do PDF dokumentů je možno vkládat třírozměrné objekty, které uživatel může libovolně natáčet či přibližovat a vzdalovat, zobrazovat jen vybrané části objektu, měnit osvětlení... a mnoho dalšího.

Tvorba dokumentu s interaktivní 3D grafikou

V současné době máme dvě hlavní možnosti, jak pomocí \TeX vytvářet PDF dokumenty s vloženou interaktivní 3D grafikou.

Tvorba dokumentu s interaktivní 3D grafikou

V současné době máme dvě hlavní možnosti, jak pomocí \TeX vytvářet PDF dokumenty s vloženou interaktivní 3D grafikou. První možnost předpokládá vytvoření 3D objektu externím programem a jeho následnou transformaci do formátu U3D nebo PRC.

Tvorba dokumentu s interaktivní 3D grafikou

V současné době máme dvě hlavní možnosti, jak pomocí $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ vytvářet PDF dokumenty s vloženou interaktivní 3D grafikou. První možnost předpokládá vytvoření 3D objektu externím programem a jeho následnou transformaci do formátu U3D nebo PRC.

Získaný 3D grafický objekt pak vložíme do PDF dokumentu buď pomocí komerčního produktu Adobe Acrobat v kombinaci s pluginem 3D PDF Converter nebo použijeme sázecí systém $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ a balíček media9.

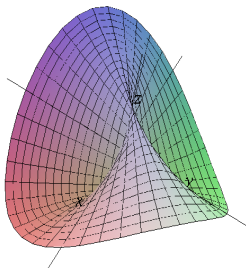
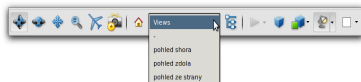
Tvorba dokumentu s interaktivní 3D grafikou

V současné době máme dvě hlavní možnosti, jak pomocí \TeX vytvářet PDF dokumenty s vloženou interaktivní 3D grafikou. První možnost předpokládá vytvoření 3D objektu externím programem a jeho následnou transformaci do formátu U3D nebo PRC.

Získaný 3D grafický objekt pak vložíme do PDF dokumentu buď pomocí komerčního produktu Adobe Acrobat v kombinaci s pluginem 3D PDF Converter nebo použijeme sázecí systém \TeX a balíček media9.

Vlastní začlenění interaktivní grafiky provádíme příkazem `\includemovie`. Celý postup je detailně popsán v [2] a [3].

3D Toolbar a ukázka použití pojmenovaných pohledů



Podívejte se na danou funkci z různých pohledů – shora, zdola a ze strany.

Podívejte se na danou funkci z různých pohledů – , a

Pomocí parametrů příkazu `\includefovie` můžeme vytvářet pojmenované pohledy na scénu. Ve výsledném PDF dokumentu se tyto pohledy zobrazí v Toolbaru a je možno z nich vybírat. Můžeme tak studentům jednoduše ukázat ty části grafiky, které jsou pro popisovaný problém důležité.

Pomocí parametrů příkazu `\includemovie` můžeme vytvářet pojmenované pohledy na scénu. Ve výsledném PDF dokumentu se tyto pohledy zobrazí v Toolbaru a je možno z nich vybírat. Můžeme tak studentům jednoduše ukázat ty části grafiky, které jsou pro popisovaný problém důležité. Pomocí příkazu `\movieref` vytváříme hypertextové odkazy na 3D objekty, přitom můžeme nastavovat různé pohledy na scénu.

Ukázka použití pojmenovaných pohledů

Funkce $f(x)$ a její Taylorovy polynomy

a

.

Komerční produkty

- Deep Exploration

http://www.righthemisphere.com/products/dexp/de_std.html

Komerční produkty

- Deep Exploration
http://www.righthemisphere.com/products/dexp/de_std.html
- 3D PDF Converter (dříve 3DReviewer, součást Acrobatu 3D)
<http://www.tetra4d.com/3dpdf>

Komerční produkty

- Deep Exploration
http://www.righthemisphere.com/products/dexp/de_std.html
- 3D PDF Converter (dříve 3DReviewer, součást Acrobatu 3D)
<http://www.tetra4d.com/3dpdf>
- PDF3D ReportGen (k dispozici i Linuxová verze)
<http://www.pdf3d.com/products.php>

Komerční produkty

- Deep Exploration
http://www.righthemisphere.com/products/dexp/de_std.html
- 3D PDF Converter (dříve 3DReviewer, součást Acrobatu 3D)
<http://www.tetra4d.com/3dpdf>
- PDF3D ReportGen (k dispozici i Linuxová verze)
<http://www.pdf3d.com/products.php>
- Okino Universal-3D Geometry Export Converter
http://www.okino.com/conv/exp_u3d.htm

„Nekomerční“ produkty

- Meshlab <http://meshlab.sourceforge.net/>

„Nekomerční“ produkty

- Meshlab <http://meshlab.sourceforge.net/>
- Jreality <http://www3.math.tu-berlin.de/jreality/>

„Nekomerční“ produkty

- Meshlab <http://meshlab.sourceforge.net/>
- Jreality <http://www3.math.tu-berlin.de/jreality/>
- IDTFConverter <http://sourceforge.net/projects/u3d/>

Maxima

Graf funkce dvou proměnných vytvoříme pomocí příkazu `draw3d` z balíčku `draw`. Po nastavení terminálu pro vykreslování grafiky na VTK

(<http://riotorto.users.sourceforge.net/vtk/index.html>, místo implicitního `gnuplot`) můžeme 3D grafiku uložit ve formátu VRML.

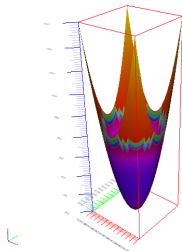
Maxima

Graf funkce dvou proměnných vytvoříme pomocí příkazu `draw3d` z balíčku `draw`. Po nastavení terminálu pro vykreslování grafiky na VTK

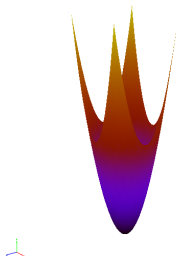
(<http://riotorto.users.sourceforge.net/vtk/index.html>, místo implicitního `gnuplot`) můžeme 3D grafiku uložit ve formátu VRML.

```
load(draw);  
draw_renderer : 'vtk $  
draw3d(  
    axis_3d    =true,  
    file_name = "ukazka",  
    terminal= vrml,  
    enhanced3d = true,  
    explicit(x^2+y^2, x, -2, 2, y, -2, 2) )$
```


Na následujících obrázcích vidíme rozdíly v konverzi 3D objektu ve formátu VRML, získaného v Maximě, při použití komerčního programu PDF3D ReportGen a nekomerčního Meshlabu. Oba programy nastavují stejné měřítko na osách, Meshlab neumožňuje konverzi (zobrazení) os.



Obrázek : Graf vytvořený
v Maximě, konverze do PRC
pomocí PDF3D ReportGen



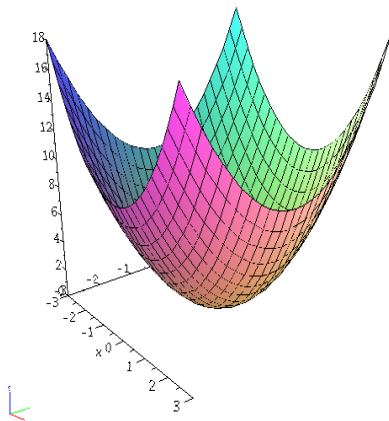
Obrázek : Graf vytvořený
v Maximě, konverze do U3D
pomocí Meshlabu

Maple

Novější verze Maplu (od verze 13) umožňují export 3D grafiky do formátu X3D. Pro následnou konverzi do formátu PRC je možné použít program `maplex3d2prc`, který umí exportovat i osy s popisem a zachovává nastavená měřítka na osách a barevné schéma.

Tento převodník zatím není k dispozici volně ke stažení, autor Michail Vidiassov jej však na vyžádání zašle na testování.

Graf vytvořený v Maplu a převedený do PRC



Sage

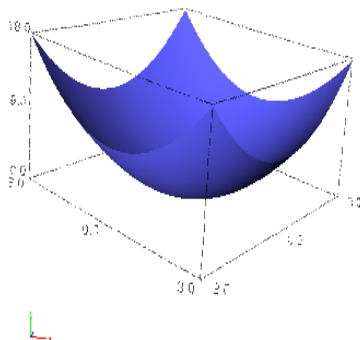
Graf funkce dvou proměnných vytvoříme pomocí následujících příkazů

```
var('x y'); plot3d(y^2+x^2,(x,-3,3),(y,-3,3))
```

Získaný graf uložíme ve formátu JMOL. Následně tento soubor otevřeme v programu Jmol (<http://jmol.sourceforge.net/>) a exportujeme do formátu IDTF. Exportovaný soubor poté převedeme do U3D pomocí programu IDTFconverter příkazem

```
IDTFconverter -input soubor.idtf -output soubor.u3d
```

Graf vytvořený pomocí CAS Sage



Asymptote

Asymptote (<http://asymptote.sourceforge.net/>) je interpretovaný programovací jazyk se syntaxí podobnou C++ určený pro generování grafiky. Mezi jeho výhody patří zejména tyto možnosti

- na výstupu můžeme získat 3D grafiku přímo ve formátu PRC,

Asymptote

Asymptote (<http://asymptote.sourceforge.net/>) je interpretovaný programovací jazyk se syntaxí podobnou C++ určený pro generování grafiky. Mezi jeho výhody patří zejména tyto možnosti

- na výstupu můžeme získat 3D grafiku přímo ve formátu PRC,
- pro popis obrázků využívá $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$,

Asymptote

Asymptote (<http://asymptote.sourceforge.net/>) je interpretovaný programovací jazyk se syntaxí podobnou C++ určený pro generování grafiky. Mezi jeho výhody patří zejména tyto možnosti

- na výstupu můžeme získat 3D grafiku přímo ve formátu PRC,
- pro popis obrázků využívá $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$,
- existuje $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ový balíček, který umožňuje vkládat kód Asymptote přímo do zdrojového dokumentu.

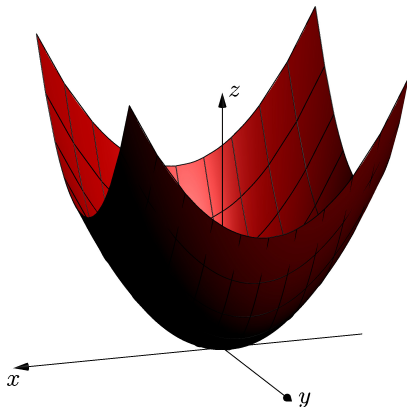
Asymptote

Asymptote (<http://asymptote.sourceforge.net/>) je interpretovaný programovací jazyk se syntaxí podobnou C++ určený pro generování grafiky. Mezi jeho výhody patří zejména tyto možnosti

- na výstupu můžeme získat 3D grafiku přímo ve formátu PRC,
- pro popis obrázků využívá $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$,
- existuje $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ový balíček, který umožňuje vkládat kód Asymptote přímo do zdrojového dokumentu.

Není tedy problémem vytvářet interaktivní grafiku i s popisem, jak je vidět na následujícím obrázku.

Graf vytvořený pomocí programu Asymptote



AcroF_leX

<http://www.math.uakron.edu/~dpstory/acroflex.html>

- Balíček AcroF_leX (autorem je D. P. Story) umožňuje vytvořit interaktivní grafickou plochu pro kreslení grafů funkcí jedné proměnné, je možné zadávat i křivky dané parametricky, v polárních souřadnicích a množiny bodů.

AcroF_{le}X

<http://www.math.uakron.edu/~dpstory/acroflex.html>

- Balíček AcroF_{le}X (autorem je D. P. Story) umožňuje vytvořit interaktivní grafickou plochu pro kreslení grafů funkcí jedné proměnné, je možné zadávat i křivky dané parametricky, v polárních souřadnicích a množiny bodů.
- Nevýhodou balíčku AcroF_{le}X je nutnost použití komerčního Adobe Acrobatu pro tvorbu výsledného PDF dokumentu (není tedy možné použít pdfT_EX).

AcroF_{le}X

<http://www.math.uakron.edu/~dpstory/acroflex.html>

- Balíček AcroF_{le}X (autorem je D. P. Story) umožňuje vytvořit interaktivní grafickou plochu pro kreslení grafů funkcí jedné proměnné, je možné zadávat i křivky dané parametricky, v polárních souřadnicích a množiny bodů.
- Nevýhodou balíčku AcroF_{le}X je nutnost použití komerčního Adobe Acrobatu pro tvorbu výsledného PDF dokumentu (není tedy možné použít pdfT_EX).
- Ukázky možností

Animace z Maplu

Vložení animace do PDF dokumentu

- Animaci si nejdříve připravíme v našem oblíbeném matematickém programu (Maple, Geogebra, ...) a uložíme ji jako animovaný GIF.

Vložení animace do PDF dokumentu

- Animaci si nejdříve připravíme v našem oblíbeném matematickém programu (Maple, Geogebra, ...) a uložíme ji jako animovaný GIF.
- Tento je následně třeba převést do PDF formátu tak, aby každému snímku animace odpovídala jedna stránka ve výsledném PDF dokumentu.

Vložení animace do PDF dokumentu

- Animaci si nejdříve připravíme v našem oblíbeném matematickém programu (Maple, Geogebra, ...) a uložíme ji jako animovaný GIF.
- Tento je následně třeba převést do PDF formátu tak, aby každému snímku animace odpovídala jedna stránka ve výsledném PDF dokumentu.
- To lze jednoduše udělat pomocí programu ImageMagick (<http://www.imagemagick.org>) nebo online pomocí webové služby Cloudconvert (<http://cloudconvert.org/>).

Vložení animace do PDF dokumentu

- Animaci si nejdříve připravíme v našem oblíbeném matematickém programu (Maple, Geogebra, ...) a uložíme ji jako animovaný GIF.
- Tento je následně třeba převést do PDF formátu tak, aby každému snímku animace odpovídala jedna stránka ve výsledném PDF dokumentu.
- To lze jednoduše udělat pomocí programu ImageMagick (<http://www.imagemagick.org>) nebo online pomocí webové služby Cloudconvert (<http://cloudconvert.org/>).
- Vlastní vložení animace (získaného PDF souboru) pak provedeme příkazem `\animategraphics` z balíčku `animate`.

Animace z Geogebra

„Inline“ animace

Balíček animate umožňuje vytváření animací i přímo ve zdrojovém kódu \LaTeX ového dokumentu (např. s využitím grafického makrojazyka PGF/Tikz nebo programovacího jazyka Asymptote).

Závěr

- Pomocí sázecího systému \TeX a jeho balíčků je možné vytvářet výukové materiály v PDF formátu obsahující interaktivní 2D a 3D grafiku a animace.

Závěr




- Pomocí sázecího systému \TeX a jeho balíčků je možné vytvářet výukové materiály v PDF formátu obsahující interaktivní 2D a 3D grafiku a animace.
- Interaktivní grafiku je možné kombinovat i s balíčky na tvorbu testů a [her](#).

Závěr

- Pomocí sázecího systému $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ a jeho balíčků je možné vytvářet výukové materiály v PDF formátu obsahující interaktivní 2D a 3D grafiku a animace.
- Interaktivní grafiku je možné kombinovat i s balíčky na tvorbu testů a [her](#).
- Hlavní výhodu pro tvůrce představuje samotný systém (pdf) $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, který umožňuje tvořit matematické dokumenty velmi vysoké typografické kvality.

Závěr

- Pomocí sázecího systému \TeX a jeho balíčků je možné vytvářet výukové materiály v PDF formátu obsahující interaktivní 2D a 3D grafiku a animace.
- Interaktivní grafiku je možné kombinovat i s balíčky na tvorbu testů a [her](#).
- Hlavní výhodu pro tvůrce představuje samotný systém (pdf) \TeX , který umožňuje tvořit matematické dokumenty velmi vysoké typografické kvality.
- Výsledné dokumenty jsou funkční bez připojení na Internet a můžeme je používat i na interaktivní tabuli.

-  GRAHN, Alexander. CTAN [online]. 2009 [cit. 2010-01-10]. *The media9 package*. Dostupné z WWW: <http://www.ctan.org/pkg/media9>.
-  PLCH, Roman; ŠARMANOVÁ, Petra. *Interaktivní 3D grafika v HTML a PDF dokumentech*. Zpravodaj Československého sdružení uživatelů T_EXu, Praha, Československé sdružení uživatelů T_EXu. 2008, vol. 18, no. 1-2, s. 76-92, ISSN 1211-6661 (tištěná verze), ISSN 1213-8185 (online verze).
-  PLCH, Roman; ŠARMANOVÁ, Petra. *An Interactive Presentation of Maple 3D Graphics in PDF Documents*. Electronic Journal of Mathematics and Technology, Mathematics and Technology, LLC, Blacksburg, 2008, vol. 2, no. 3, s. 281-290, ISSN 1933-2823.