

# INTERNETOVÝ ATLAS VÝUKOVÝCH MULTIMEDIÁLNÍCH MODELŮ PRO VYBRANÉ KAPITOLY NORMÁLNÍ A PATOLOGICKÉ FYZIOLOGIE ČLOVĚKA. UKÁZKA PŘEDBĚŽNÝCH VÝSLEDKŮ.

*Michal Andrlík, Jiří Kofránek, Stanislav Matoušek, Petr Stodulka,  
Zdeněk Wunsch, Tomáš Kripner, Josef Hlaváček*

## **Anotace**

Cílem průběžně řešeného rozvojového projektu je vytvoření internetové multimediální výukové pomůcky z oblasti normální a patologické fyziologie, která by s využitím simulačních modelů pomohla vysvětlit funkci a poruchy jednotlivých fyziologických systémů. V interaktivních výukových programech využívajících simulační hry dnes nachází své uplatnění staré Komenského krédo – "škola hrou". Spojení multimediálního prostředí se simulačními modely umožňuje názorně si "osahat" vykládaný problém ve virtuální realitě. Simulační hrou je možné bez rizika otestovat chování simulovaného objektu, např. částí respiračního systému, oběhového systému, vylučovacího systému apod. V pozadí fyziologických simulátorů je model lidského organismu (resp. nějakého jeho fyziologického subsystému).

## **Klíčová slova**

*e-learning, multimédia, simulační modely, internet, výuka.*

## **Úvod**

Vývoj efektivních výukových programů, kombinující multimédia se simulačními hrami je náročnou a komplikovanou prací, vyžadující týmovou spolupráci řady profesí – zkušených pedagogů vytvářejících základní scénář, tvůrců simulačních modelů, lékařů, výtvarníků a programátorů. Tuto interdisciplinární kolektivní tvorbu zefektivňuje využívání vhodných vývojových nástrojů, které umožňují komponentovou tvorbu, propojení simulačních programů a interaktivních multimédií podle daného scénáře do kompaktního celku. Autoři využívají nástroje firem Mathworks Inc. (Matlab a Simulink), Macromedia (Flash, Breeze), Moravské přístroje a.s. (Control Web), Microsoft(Visual Studio. NET). Pro propojení jednotlivých nástrojů a pro distribuci simulačních modelů po internetu autoři vyvinuli vlastní vývojové nástroje. Více podrobností o používané metodologii bylo publikováno např. v [1], [2] a během předchozích ročníků seminářů MEDSOFT. Další text, vzhledem k svému

rozsahu, je zaměřen na prezentování nejvýznamnějších událostí, změn a zkušeností za poslední rok v průběhu řešení rozvojového projektu.

## 1 Technologické pozadí

### 1.1 Implementace simulačních modelů

Část metodologie využívané (a vyvinuté) autory spočívá ve vytvoření simulačních modelů ve vývojovém prostředí MATLAB/Simulink a v jejich následné implementaci do finálního softwarového simulátoru, kde simulační model plní úlohu výpočetního jádra. Technologie konverze matematických modelů z prostředí MATLAB/Simulink do prostředí Microsoft .NET Framework (vývojové prostředí Visual Studio 2003/2005) doznala za poslední rok zásadních změn, stručně shrňme nejvýraznější změny.

- Dřívější postup:
  - a) Z prostředí MATLAB/Simulink bylo možno exportovat C/C++ kód pro .NET Framework verze 1.1 definující matematický model včetně numerických algoritmů výpočtu.
  - b) Uživatel musel samostatně kompilovat kód do .NET assembly.
  - c) V prostředí Microsoft Visual Studia 2003 bylo nutno "ručně" vyřešit relativně složité předávání hodnot mezi vrstvou grafického rozhraní a výpočetní vrstvou s vloženým simulačním modelem, dále vyřešit případné kolizní situace. Šlo o relativně časově náročnou etapu.
- Dnešní postup:
  - a) V prostředí MATLAB/Simulink je export C/C++ kódu doplněn o jeho automatickou kompilaci. K dispozici jsou varianty exportu jak pro prostředí Microsoft .NET v.1.1 (Visual Studio 2003) tak pro Microsoft .NET v.2.0 (Visual Studio 2005).
  - b) V prostředí Visual Studia 2003/2005 je práce omezena pouze na definici vztahů mezi grafickými prvky a vstupy/výstupy vloženého matematického modelu. Kolizní situace, hlídání mezních hodnot, režim předávání hodnot, zpětná propagace vynucených hodnot atd. jsou řešeny automaticky. Více podrobností viz paralelně publikovaná přednáška: Stodulka, Privitzer, Kofránek; *Nové postupy v tvorbě simulátorů – inteligentní propojení Matlab Simulinku s platformou .NET a tvorba stavových automatů řídicích výslednou aplikaci.*; MEDSOFT 2006).

### 1.2 Implementace animací (Macromedia Flash)

Již tradičně je součástí metodologie používané autory vkládání animací vytvořených pomocí Macromedia Flash do .NET aplikací tvořených v prostředí Microsoft Visual Studia (viz. např. [1], [2]). Za zmínku ale stojí, že možnosti ovládání animací vložených do prostředí .NET pomocí

ActiveX kontejneru doznalo v posledních měsících s novou verzí "Macromedia Flash 8" malé revoluce:

- S animacemi vytvořenými v předchozí verzi Flash MX bylo možné komunikovat pouze pomocí předávání hodnot. Tedy z vrstvy .NET aplikace bylo možné předávat hodnoty proměnným definovaným uvnitř Flash animace (vložené pomocí ActiveX kontejneru). Tento postup vyžadoval neustálé cyklické testování změn hodnot proměnných uvnitř animace.
- Skriptovací jazyk "Macromedia Flash Action Script" nově obsahuje třídu rozšiřující interface ActiveX kontejneru, tato třída umožňuje "volat" funkci s parametry definované uvnitř animace z vnější vrstvy .NET aplikace a vice versa. Tedy nově existuje možnost plnohodnotné obousměrné komunikace.

Zároveň možná stojí za zmínku, že firma Macromedia (nyní Adobe) se chystá v blízké době uvolnit novou verzi Action Scriptu, která by měla být přechodem od interpretovaného skriptovacího jazyka k jazyku kompilovanému.

## **2 Tvorba obsahu**

Práce na tvorbě obsahu rozdělili do několika etap.

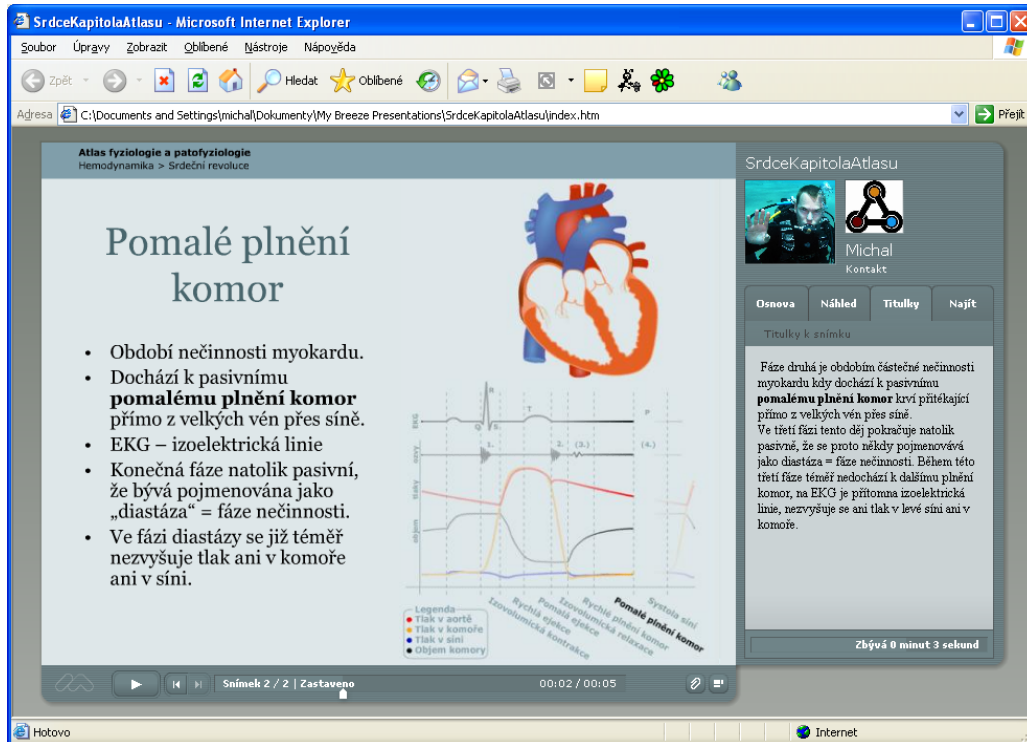
### **2.1 Příprava scénářů a storyboardů**

Ze zkušeností s předchozími podobnými projekty (viz např. [3]) víme, že samostatný složitý simulátor je sám o sobě pro většinu uživatelů zpočátku příliš těžkopádný. Alespoň zpočátku je tedy nutná přítomnost zkušeného lektora, který pomůže studentovi se zorientovat a který detailně vede jeho práci, přičemž je vhodné zadat studentovi konkrétní úkoly s podrobným návodem. Proto jsme věnovali zvýšenou pozornost prvním fázím tvorby (viz např. [4]), tedy přípravě scénářů a podrobnému rozpracování tzv. storyboardů, kdy šlo spíše o didaktickou práci. Kladli jsme důraz na využití principu "ceteris paribus" - tedy možnosti podrobit zkoumání systém vytržený ze svého přirozeného kontextu a zkoumat vliv pouze vybraných řídicích veličin přičemž všechny ostatní vlivy jsou fixovány. Zároveň ale nesměl být opomenut princip postupování od jednoduššího ke složitějšímu, od vysvětlování funkce jednotlivých systémů k vysvětlování vztahům mezi nimi navzájem.

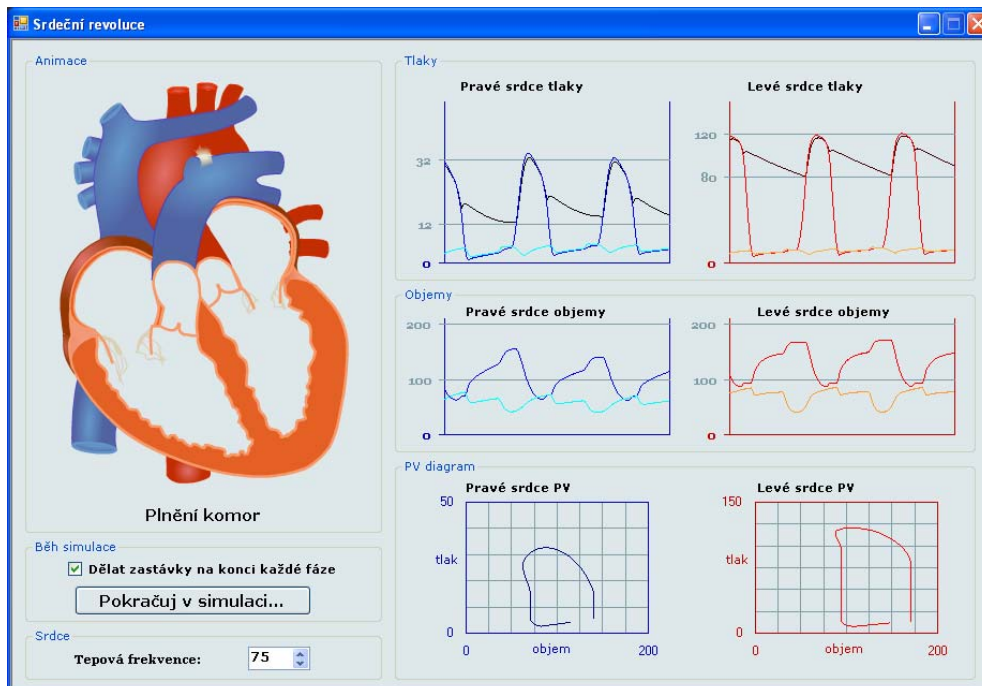
### **2.2 Příprava grafického designu a animací**

Paralelně probíhaly práce na přípravě animací. Jistě není nutné zdůrazňovat, že jestliže chceme výslednou animaci vložit do nějakého programu a nějakým způsobem ji ovládat, musí mít taková animace tomu odpovídající vnitřní architekturu. Tzn. jednotlivé části animace musí být navrženy tak, aby nedocházelo ke kolizím aby byla možná

časová synchronizace, atp. To by byla vcelku každodenní rutina pro profesionálního programátora, nicméně pro profesionálního grafika jde o úkol velmi netypický a tudíž obtížný. Zkušenosti jsou, že ne každý profesionál z oboru počítačové animace je schopný takový úkol zvládnout.



**Obr.1:** Ilustrativní ukázka vizuální podoby listu výkladové části v kapitole **Hemodynamika > Srdeční revoluce**.



**Obr.2:** Ilustrativní ukázka vizuální podoby doprovodného simulátoru v kapitole **Hemodynamika > Srdeční revoluce**.

Tato zkušenost zcela jednoznačně potvrzuje náš původní předpoklad, že spolupráce se specialisty z výtvarných oborů na podobně technologicky náročných projektech má smysl tehdy a jen tehdy, jestliže půjde o dlouhodobou spolupráci, při které bude těmto spolupracovníkům poskytnuta možnost systematicky si rozšiřovat své vzdělání po zmíněné technologicky-odborné stránce.

### **2.3 Sestavování obsahu**

V těchto dnech je v plném proudu etapa sestavování obsahu z připravených podkladových materiálů. Jednotlivé kapitoly jsou rozděleny na výkladovou část a na práci s doprovodným simulátorem. Na **obr.1** a **obr.2** jsou uvedeny ilustrativní ukázky jejich vizuální podoby. Jestliže se počáteční fáze ukázali jako poněkud časově náročné, potom jednotlivé výkladové části včetně zadání jednoduchých úkolů pro práci se simulátory jsou již relativně rychle tvořeny na základě připravených scénářů a rozpracovaných storyboardů. Příslušný simulátor ve své konečné podobě musí být tvořen souběžně s tvorbou výkladové části. To zahrnuje mj. doladění každého simulačního modelu "na míru". Pouze připomeňme, že implementace simulačního modelu do .NET aplikace je nyní realizovatelná velmi rychle a efektivně (viz kapitola 1.1). V průběhu prací dochází k mnoha změnám a k doplňování obsahové stránky, rozhodli jsme se proto ponechat fázi publikování atlasu až na samotný závěr řešení projektu. Výčet hotových kapitol se mění ze dne na den, namátkou vyberme např. témata: přenos krevních plynů - hemoglobin, hemodynamika - srdeční revoluce, srdce jako pumpa, plíce - úvod, mechanické vlastnosti svalů, EKG - úvodní část, atd. Z velkého výčtu rozpracovaných kapitol namátkou zmiňme např. přenos krevních plynů, vliv cirkulace a respirace na přenos krevních plynů, mechanika dýchání, homeostáza vnitřního prostředí, teorie regulací, aj.

### **Závěr**

Cílem průběžně řešeného rozvojového projektu je vytvoření internetové multimediální výukové pomůcky pro studijní programy lékařských fakult z oblasti normální a patologické fyziologie. Vývoj efektivních výukových programů, kombinující multimédia se simulačními hrami je náročnou a komplikovanou prací, vyžadující týmovou spolupráci řady profesí. Celkový přehled o používané metodologii byl podán v dřívějších publikacích, např. [1], [2]. V tomto textu byly diskutovány nejvýznamnější události a zkušenosti za poslední rok řešení projektu. Výrazně pokročil vlastní vývoj technologických nástrojů, především se výrazně usnadnil vývoj výsledných .NET aplikací a to především díky nové technologii konverze simulačního modelu. V uplynulých etapách autoři kladli zvýšený důraz na práce spíše didaktického charakteru, tedy

podrobnou přípravu scénářů a storyboardů. Paralelně probíhaly práce na sestavování a odladování rozsáhlých fyziologických simulačních modelů a práce na přípravě grafických podkladů. Nyní se hlavní pozornost autorů zaměřuje na samotné sestavování výsledného obsahu. Stručné demonstrace některých již dokončených kapitol, případně diskuzi o rozpracovaných kapitolách autoři plánují jako součást osobní prezentace na semináři MEDSOFT 2006. Je zřejmé, že obor normální a patologické fyziologie člověka je natolik rozsáhlý, že není možné plně pokrýt všechna jeho témata v rámci jednoho jediného projektu řešeného několikačlenným týmem. Proto už teď víme, že bychom v budoucnu rádi navázali na výsledky tohoto projektu a pokračovali v rozšiřování "Atlasu".

## References:

- [1] Kofránek J, Andrlík M, Kripner T, Stodulka P. From Art to Industry: Development of Biomedical Simulators. The IPSI BgD Transactions on Advanced Research 1 #2, 62-67. 2005. New York, Frankfurt, Tokyo, Belgrad. 2005.
- [2] Kofránek J, Kripner T, Andrlík M, Mašek J. Creative connection between multimedia, simulation and software development tools in the design and development of biomedical educational simulators. Simulation Interoperability Workshop, Volume II, paper 03F-SIW-102; Orlando; 2003. p. 677-687.
- [3] Kofránek J, Andrlík M, Kripner T. Virtual patient behind the screen using computer simulator GOLEM. The 5th IFAC Symposium, Melbourne 2003; Melbourne; 2003. p. 473-477.
- [4] Kofránek J, Andrlík M, Kripner T. Multimedia educational simulators in pathophysiology - how to design and why to use them. Proceedings of the 5th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation.; Marne la Vallee, Paris, France: Eurosim - Francosim - Argesim; 2004. p. Simulation in Education 22-27.

Ing. Michal Andrlík  
Ústav patologické fyziologie  
1. LF UK  
U nemocnice 5  
128 00 Praha-2  
e-mail: mandr@lf1.cuni.cz