

## **Souhrnná zpráva za roky 2004–2006 o řešení rozvojového programu MŠMT 514 Projekt Algovize – tvorba multimediálních pomůcek pro výuku algoritmů**

### 1. Stanovené cíle projektu a kontrolovatelné výstupy

Cílem projektu bylo vytvořit soubor multimediálních nástrojů pro výuku algoritmů. Vycházelo se přitom z malé existující kolekce jednoduchých animačních appletů v jazyce Java, vytvořených pro přednášku TIN061 Algoritmy a datové struktury na matematicko-fyzikální fakultě UK. Cílem bylo existující applety podstatně rozvinout a doplnit další a to tak, aby kolekce pokrývala nejen potřeby výuky algoritmů na MFF UK, ale i na dalších vysokých školách v ČR, na kterých se vyučuje informatika, a předat vhodným způsobem kolekci všem účastníkům projektu pro potřeby výuky.

### 2. Splnění stanovených cílů a kontrolovatelné výstupy

V roce 2006 došlo k jistému zpoždění v důsledku vážného onemocnění v rodině hlavního koordinátora projektu, které vedlo k pozdnímu začátku prací. V důsledku toho se očekává dokončení souboru appletů včetně průvodního textu s asi 2–3 měsíčním zpožděním, tedy v únoru až březnu 2007. Jedná se však pouze o provedení finální úpravy, resp. odstranění některých chyb v programech, které jsou jinak funkční a použitelné pro zamýšlený účel, t.j. pro výuku (včetně samostatného studia).

V průběhu let 2004–2006 byl vytvořen systém, který pokrývá následující oblasti:

A. Datové struktury:

1. Stromové datové struktury (binární vyhledávací strom, AVL strom, červeno-černý strom)
2. B-strom
3. Haldy
4. Faktorová množina

B. Třídění

1. Mergesort
2. Quicksort
3. Heapsort
4. Bubblesort
5. Hledání mediánu
6. Bitonické třídění

C. Grafové algoritmy

1. Prohledávání grafu
2. Komponenty grafu
3. Extremální cesty v grafu (kritická cesta – CPM, PERT, Dijkstrův a Bellman-Fordův algoritmus pro nejkratší cestu)
4. Minimální kostra grafu (obecné schéma a Jarník-Primův a Kruskalův algoritmus)
5. Toky v sítích (Ford-Fulkersonův, Dinitzův a Goldbergův algoritmus)

6. Spektrální heuristika pro hledání minimálního řezu regulárního grafu

D. Aritmetické algoritmy

1. Sčítání čísel (carry look-ahead algoritmus)
2. Diskrétní Fourierova transformace (DFT) - kalkulátor
3. DFT - algoritmus rychlé Fourierovy transformace

E. Geometrické algoritmy

1. Konvexní obal v 2D
2. Voronoi diagram v 2D - Fortunův algoritmus

F. Vyhledávání řetězce v textu

1. Algoritmus Rabin-Karp
2. Algoritmy Knuth-Morris-Pratt a Aho-Corasick

G. Lineární programování

1. Geometrická motivace simplexového algoritmu

V průběhu roku 2006 se práce zaměřily především na finální dokončování appletů, na přechod na jiný a flexibilnější způsob animace (což vedlo k rozsáhlým změnám některých programů) a od listopadu 2006 na rozsáhlé testování a posuzování produktu s cílem odstranit pedagogické, logické i programátorské nedostatky a chyby a dát také podněty k dalšímu vývoji systému.

Applety vizualizují nejen samotný výpočet, ale ve většině případů i myšlenku algoritmu a/nebo důkaz

výpočetní složitosti a/nebo správnosti algoritmu, což je přístup, který je nový ve světovém měřítku a vzbudil zájem i mimo ČR.

Vedoucí řešitel projektu presentoval systém Algovision m.j. na konferenci ICALP'04 (evropské symposium o teoretické informatice) a SODA'06 (Symposium on Discrete Algorithms -nejdůležitější fórum, věnované diskrétním algoritmům) v Miami v lednu 2006 a na workshopu Softvis v Dagstuhlu (SRN) v 2004 a dále přednesl přednášku o Algovision na universitách v Hong Kongu, Římě, Val-de-Marne (FR), Chemnitz, TU Mnichov, Patras (GR), Barceloně, Zurichu, Ženevě, Orlandu, na Cornell University a Carnegie-Mellon University, Kyotu, Nagoya, Taipei, Bratislava a všude se projekt setkal se značným zájmem. Systém bude také ve forměpořvané přednášky presentován na mezinárodní konferenci o výuce informatiky v Pardubicích v červenci 2007.

Základní koncepce systému Algovision je shrnuta následujících člancích:

Rudolf Fleischer, Luděk Kučera: Algorithm Animation for Teaching. Software Visualization 2001, Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol. 2269, pp. 113-128.

Luděk Kučera, Visualisation of algorithms, Int. J. of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning 2005 - Vol. 15, No.3/4/5/6, pp. 212-224.

Applety systému jsou vytvořeny v jazykových mutacích anglické, české a slovenské. Připravují se jazykové mutace francouzská, italská a německá a zamýšlena je i mutace japonská po modifikaci pro asijské abecedy.

Systém je již několik roků používán ve výuce na MFF UK v rámci přednášky TIN060-1 Algoritmy a datové struktury

I a II a od příštího školního roku se předpokládá jeho nasazení i u dalších partnerů projektu.

Aktuální verze systému Algovize/Algovision je on-line přístupna pro všechny zájemce (především pro studenty k samostatnému studiu vázanému k přednášce a pro vyučující, posuzovatele a další zájemce) na webové adrese

<http://kam.mff.cuni.cz/~ludek>

kde je také zatím částečně a cca od dubna 2007 úplně zveřejněn český text doprovodné učebnice. Tím je zaručeno neomezené zpřístupnění výsledků projektu pro pedagogy a studenty z České republiky a pro posuzovatele projektu.

Plán pořádat (patrně prázdninové) placené kurzy výuky algoritmů pro zájemce z průmyslové oblasti a ze zahraničí je zařazen do střednědobého plánu hospodářského využití výsledku výzkumu na Universitě Karlově.

### 3. Změny v průběhu projektu

V zásadě všechny prostředky dotace MŠMT byly určeny jako mzdové. V rámci pravidel pro financování rozvojových projektů a po schválení příslušným odborem MŠMT byly malá část použita jiným způsobem. V roce 2006 šlo o následující částky:

- nákup knihy (3.188,50 Kč) související s implementací jednoho z algoritmů kolekce

- částečná úhrada nákladů spojených s nákupem počítače a příslušenství -dvoujádrový procesor a velký formát displeje pro ověření chování appletů na výkonných systémech (částka 18.271.- Kč - bude sníženo o 3.233,50 Kč o které byl přečerpán plánovaný objem finančních prostředků na projekt, a které budou uhrazeny z jiných položek rozpočtu MFF UK)

- materiální náklady 16.690,- Kč

- pobyt prof. Dinitze z Ben Gurion Univ., Izrael. Prof. Dinitz (m.j. autor algoritmu uvedeného výše v paragrafu C5) se také zabývá tvorbou appletů pro výuku algoritmů, spolupráce s ním probíhá intenzívně od r. 2004 a jeho návštěva přímo souvisela s projektem (tvorba scénářů pro nové applety a posouzení již hotových appletů).

- pro používání appletů je nutně třeba poměrně obsáhlý text, který je současně návodem k obsluze a učebnicí. Text vzniká mimo rámec projektu a bude vydán jako učebnice s předpokládaným nákladem 1000 výtisků. Z rozpočtu projektu na rok 2005 byla uhrazena částka 60.000,- Kč jak záloha tiskárně. Po vydání (předpoklad jaro 2007) bude většina výtisků (odpovídající podílu záloh uhrazené z projektu na celkové ceně) zdarma předána do knihoven zúčastněných vysokých škol, část z nich (cca 100 exemplářů) bude poskytnuta také univerzitám v Bratislavě a Košicích, které se také částečně podílely na přípravě appletů systému. Použití části dotace pro vydání učebnice a její předání partnerům projektu (včetně slovenských universit) bylo předběžně projednáno a odsouhlaseno odborem pro rozvojové projekty MŠMT.

## **Příloha A: Účastníci projektu**

- Universita Karlova, matematicko-fyzikální fakulta, katedra aplikované matematiky, Praha  
hlavní řešitel: prof. RNDr. Luděk Kučera, DrSc.
- Universita Karlova, pedagogická fakulta, katedra výtvarné výchovy, Praha  
zodpovědná osoba: doc. PaedDr. Jan Slavík, CSc.
- Universita Karlova, filosofická fakulta, katedra psychologie, Praha  
zodpovědná osoba: PhDr. Ilona Gillernová, CSc.
- České vysoké učení technické, fakulta elektrotechnická, katedra matematiky, Praha  
zodpovědná osoba: Prof. RNDr. Marie Demlová, CSc.
- Masarykova univerzita, přírodovědecká fakulta, katedra teorie programování, Brno  
zodpovědná osoba: doc. RNDr. Mojmír Křetínský, CSc.
- Západočeská universita, fakulta aplikovaných věd, katedra matematiky, Plzeň  
zodpovědná osoba: prof. RNDr. Zdeněk Ryjáček, CSc.
- Universita Palackého, přírodovědecká fakulta, katedra matematické informatiky, Olomouc  
zodpovědná osoba: RNDr. Arnošt Večerka
- Vysoká škola ekonomická, fakulta informatiky a statistiky, katedra informačního a znalostního inženýrství, Praha  
zodpovědná osoba: doc. RNDr. Jan Rauch, CSc.
- VÖB - Technická Univerzita Ostrava, fakulta elektrotechniky a informatiky, katedra informatiky, Ostrava  
zodpovědná osoba: doc. RNDr. Petr Hliněný, Ph.D.
- Slezská Univerzita Opava, Ústav informatiky  
zodpovědná osoba: doc. RNDr. Alice Kelemenová, CSc.
- Univerzita Hradec Králové, fakulta informatiky a managementu, katedra informatiky a kvantitativních metod  
zodpovědná osoba: doc. RNDr. Eva Milková, Ph.D.