Vzdálené reálné fyzikální laboratoře na počítačích i na mobilních dotykových zařízeních

František Lustig
e-mail: Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz

Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha, Ke Karlovu 3, 120 00 Praha 2

Klíčová slova
Vzdálené experimenty, mobilní zařízení, dotyková zařízení, fyzika, ISES, iSES Remote Lab SDK, e-learning, m-learning, down-time learning

1 Vzdálené experimenty s Java aplety

Od roku 2002 se na Matematicko-fyzikální fakultě postupně rozvíjejí vzdálené laboratoře První generace vzdálených experimentů byly vybudovány na Java apletech. Od roku 2012 však Java aplety začaly být omezovány samotným poskytovatelem Javy (firmou Sun Microsystems, později Oracle), protože se zde objevily bezpečnostní díry. Uživatel musel potvrzovat u každého apletu, že si je vědom rizika. Tato technologie se stala nepoužitelná nejenom pro nás, tvůrce vzdálených laboratoří, ale i pro banky aj. Od roku 2013 se od Java apletů odklání téměř všichni uživatelé. Vzdálené experimenty pod Java aplety taktéž nefungovaly na chytrých telefonech, např. s Androidem, ani na tabletech s iOS.

2 Vzdálené experimenty s Java Scriptem

Také na MFF-UK Praha přecházíme od roku 2013 při tvorbě vzdálených experimentů k používání Java Scriptu. Vzdálené experimenty tvoříme s novou softwareovou stavebnicí „**iSES Remote Lab SDK**“ [1]. Filosofie této nové softwarové stavebnice je stejná jako u původní JavaApletové verze „ISES WEB Control“ [2]. Chceme umožnit i neprogramátorům sestavování vlastních vzdálených experimentů. S použitím **Java Scriptu** a **HTML5** jsou naše vzdálené experimenty spustitelné i na **mobilních dotykových zařízeních.**

Připomeňme, jak vlastně vzdálený experiment funguje. Vzdálený experiment je aplikace typu server-klient. Na serverové straně je počítač s experimentem, na klientské straně je pouze počítač s prohlížečem typu Internet Explorer, Mozilla Firefox, Chrome aj., musí to být novější verze prohlížečů, které podporují skriptovací jazyky. Skriptování musí být v nastavení prohlížečů povoleno! To platí samozřejmě i pro mobilní zařízení. ***Serverovou stranu*** se vzdáleným experiment tvoří *počítač zapojený do sítě Internet*. K tomuto počítači je připojena *měřicí aparatura* (např. náš systém ISES [3], [4] resp. jiné měřicí systémy (např. LabVIEW), resp. i přístroje a zařízení s rozhraním RS 232, či nově USB. Např. to mohou být též krokové motory, řiditelné zdroje, multimetry aj. Na serverové straně je samozřejmě *reálný experiment*. Pozn.: pokud chceme vytvářet vzdálené experimenty, které mají mít nějaké řízení, ovládání, nejsou pro tyto vzdálené experimenty vhodné měřicí systémy, které nemají výstupní kanál. Např. systémy jako je Pasco, Vernier, aj. mají pouze vstupní kanály a umožňují jenom vzdálené experimenty typu „sensing“, kdy se pouze snímají nějaké hodnoty. Vzdálené experimenty typu „control“ umožňují např. systémy ISES, LabVIEW aj., které mají několik analogových řídicích kanálů a mnoho digitálních řídicích kanálů. Na serveru musí samozřejmě běžet *speciální programy* – servery: *MaesureServer* –speciální server, který komunikuje s hardware měřicí aparatury. Je to speciální vytvořený program, který komunikuje s čidly např. soupravy ISES. Další nezbytný server je nějaký *WEB server*. My používáme volně šiřitelný Nginx. Zde jsou samozřejmě uloženy i vlastní WWW stránky k experimentu napsané v HTML kódu s vloženými JavaScriptovými widgety z nové stavebnice „iSES Remote Lab SDK“. A pokud chceme mít podporu on-line kamery, je ještě třeba spustit *ImageServer* (také je součástí stavebnice „iSES Remote Lab SDK“), který přenáší obraz metodou streamu, resp. jednotlivými obrázky, které se rychle snímají.

3 iSES Remote Lab SDK

iSES Remote Lab SDK (**i**nternet **S**chool **E**xperimental **S**tudio for **Remote Lab**oratory – **S**oftware **D**evelopment **K**it.) - internetové školní experimentální studio pro tvorbu vzdálených laboratoří je softwarová vývojová stavebnice pro vytváření vlastních vzdálených experimentů. „iSES Remote Lab SDK" je nezávislá na měřicí aparatuře (prozatím umožňuje podporu vzdálených experimentů pro soupravy ISES, pro měřicí aparatury s COM a USB komunikací, pro lineární a rotační pohony, pro některé finální komerční experimenty aj.). Pozn.: doplněním příslušných pluginů pro další nové měřicí přístroje, měřicí systémy lze vzdálené experimenty postavit na téměř libovolných aparaturách).

„iSES Remote Lab SDK" je pouze software a obsahuje software ***MeasureServer*** a příslušné ***pluginy*** pro měřicí aparatury, ***ImageServer*** pro přenos videa z WEB kamer, standardní ***WEB server*** (nám se osvědčil volně šiřitelný Nginx) a sadu Java Scriptových objektů pro ovládání vzdálených experimentů.

„iSES Remote Lab SDK" je stavebnice založená na Java Scriptu, protokolu HTML5 a protokolu WebSocket, což automaticky umožňuje tvorbu vzdálených laboratoří nejenom na **PC**, ale i na **mobilních zařízeních**, **tabletech** aj.

„iSES Remote Lab SDK" obsahuje knihovnu cca 30 volně šiřitelných a Creative Commons (volně) šiřitelných komentovaných JavaScriptových objektů ve zdrojovém tvaru. Grafické JavaScripty se často nazývají widgety. Tyto widgety mohou zkušení *programátoři* sami upravovat. Widgety mají mnoho flexibilních užitečných parametrů, které jsou bohatě komentované a umožňují rychle „slepit" i složitou měřicí a řídicí vzdálenou úlohu s přenosem dat i videa aj. i *neprogramátorovi*. Nový originální měřicí widget umožňuje nejenom vlastní naměření, ale třeba i průběžné spline vyhlazení dat, export různých formátů dat, grafický výstup a četnou další sofistikovanou funkčnost.. Přímé připojení na server se vzdáleným experimentem umožňuje komunikační protokol WebSocket, který díky své obousměrnosti na klientské straně umožnil velice rychlou komunikaci se vzdáleným experimentem.

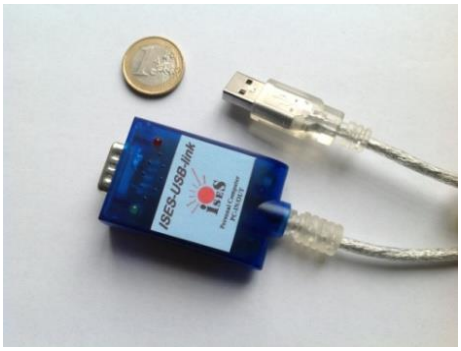
Pro začátečníky je připravena ***Sbírka jednoduchých vzdálených úloh*** jako např. vzdálené analogové snímání jedné veličiny (např. teplota) na čase, vzdálené analogové řízení jednoho kanálu (např. zapni relé), vzdálené ovládání digitálních vstupů, digitálních výstupů, časová závislost 2 a více veličin, XY závislost, vzdálené řízení lineárních a otočných krokových motorů, vzdálený přenos dat z multimetrů s COM komunikací, záznam dat, export dat, přenos WEB kamery, aj. Tyto vzdálené jednoduché úlohy lze libovolně slučovat, kombinovat a dávají ***úžasné uspokojení všem začátečníkům.*** Mobilem, tabletem ihned ovládají své ***vlastní vzdálené úlohy !***

Vzdálené experimenty s naším **iSES Remote Lab SDK** může používat ***kdokoliv***, ***kdekoliv, kdykoliv*** a nově doplňujeme na ***libovolných platformách PC, tabletů i mobilních telefonů.***

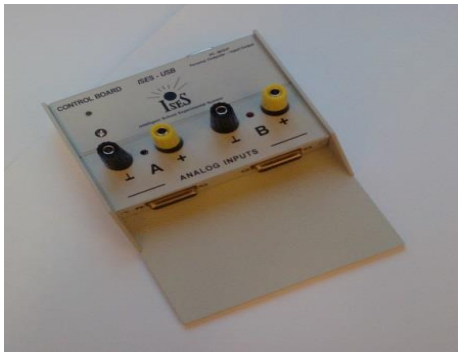
No a ještě několik poznámek k hardware měřicí aparatury. V současné době používáme soupravu ISES-PCI, která využívá ADDA PCI kartu instalovanou ve stolním PC. Velikou výhodou řešení založených na ADDA kartě je velké množství jak vstupů, tak výstupů (např. ISES PCI s deskou relé má k dispozici 8 analogových vstupů, 2 analogové výstupy, 10 digitálních vstupů/výstupů, resp. 16 reléových výstupů). Tak široké možnosti řízení experimentů nemá žádná podobná souprava. ADDA PCI karta v počítači není limitující, protože jako serverový počítač je vhodný klasický PC, který musí běžet non-stop i několik let. Proto ke vzdáleným experimentům nejsou vhodné notebooky aj. Přesto jsme připravili novou jednodušší soupravu ISES-USB, která má 2 analogové vstupy, 1 analogový výstup a 5 digitálních výstupů/vstupů, resp. mini soupravu ISES-link, která má 1 analogový vstup a 1 analogový výstup a 5 digitálních vstupů/výstupů. Všimněte si, že všechny varianty disponují výstupy. ***Bez výstupních kanálů není vzdálený experiment!***

4 Současná hardwarová základna pro „iSES Remote Lab SDK"

Softwarová stavebnice **„iSES Remote Lab SDK"** je v současné době implementovaná pro měřicí aparatury ***ISES*** (ISES-PCI, ISES-USB, ISES-link) pro universální měřicí aparatury s ***COM***, resp. ***USB*** komunikací, implementovány jsou i lineární a rotační pohyby s velkým polohovacím rozsahem XYZ (10 cm až 2 m) je připojena i ***komerční aparatura „Franck-Hertz experiment***" od firmy Phywe a další jednoúčelové přístroje. Implementace dalších aparatur je jenom otázkou vytvoření nových pluginů. Chystáme pluginy pro Arduino, Raspberry Pi aj. Jsme schopni vytvořit ***pluginy pro libovolnou aparaturu na zakázku !***



Obr. 1: Souprava ISES-link

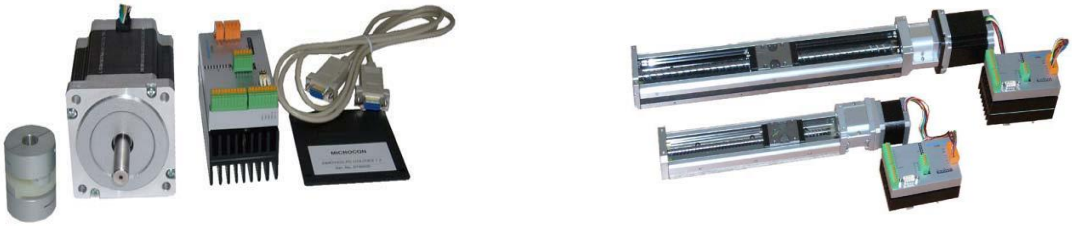


Obr. 2: Souprava ISES-USB

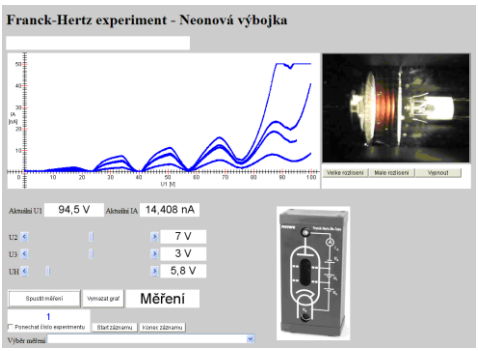
Obr. 3: Souprava ISES-PCI

Obr. 4: Fy, Che a Bi moduly souprav ISES

Obr. 5: Universální měřicí přístroje s připojením COM, resp. USB(např. multimetr UT-61E, enviromentální multimetr DT-223, napájecí zdroj PSP 12010), které jsou implementovány v ***iSES Remote Lab SDK***



Obr.6: Univerzální rotační a lineární krokové pohony, které jsou ve stavebnici ***iSES Remote Lab SDK***



Obr.7: Tradiční komerční laboratorní pomůcka Franck-Hertz experiment od firmy Phywe (vlevo) provozovaný jako vzdálený experiment ***iSES Remote Lab SDK*** *(vpravo). http://194.160.213.12/index_js.html na PŘF UKF Nitra, http://147.251.193.82/index.html na Ped MUNI v Brně.*

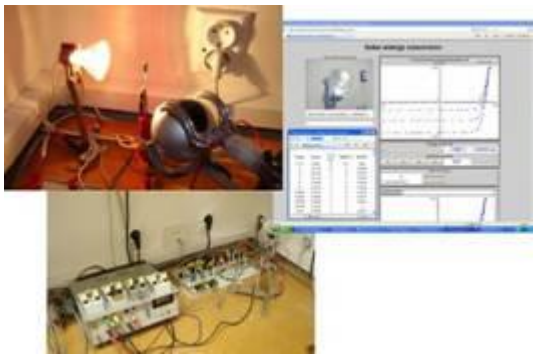
5 Ukázky vzdálených experiemntů

Ukázky vzdálených experimentů postavených s ***„iSES Remote Lab SDK“*** jsou k vidění 7/24/365 na http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory resp. na http://www.eedu.eu , kde jsou též i natočené videosekvence, jak se s experimenty pracuje.

Mnohé experimenty mají i textové návody a pokyny pro měření i ukázková zpracování.

V současné době máme 18 vzdálených experimentů na středoškolské a vysokoškolské úrovni, které volně nabízíme k využití ve vašich projektech, ve výuce , ale i ve volnočasových aktivitách.

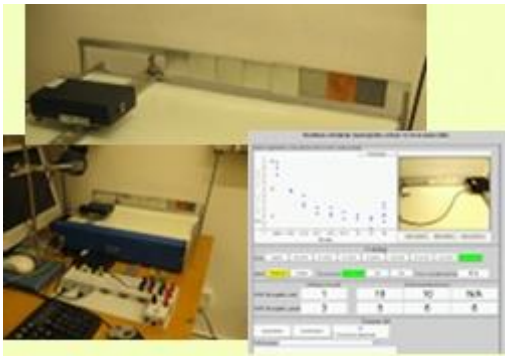
Obr. 8: Elektromagnetická indukce
http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2.html



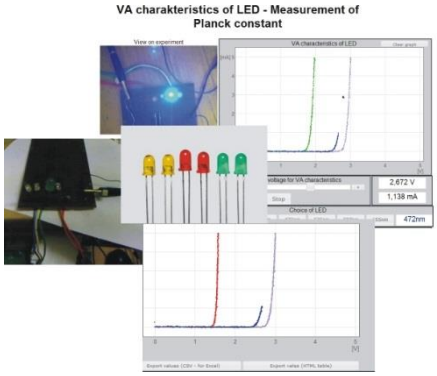
Obr. 9: Fotovoltaický článek
http://kdt-4.karlov.mff.cuni.cz/

Obr. 10: RLC – sériový obvod
http://kdt-30.karlov.mff.cuni.cz

Obr. 11 Řízení výšky vodní hladiny
http://kdt-34.karlov.mff.cuni.cz/cz/mereni.html



Obr. 12 Studium radioaktivity (5 experimentů)



Obr. 13:VA char. LED, Planckova konstanta

http://kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/choice_cz.html

http://kdt-33.karlov.mff.cuni.cz/

A nyní již jenom prostý výčet dalších vzdálených experimentů:

Usměrňovač:	http://kdt-19.karlov.mff.cuni.cz/
Mapa stanic moniturujících přirozené radiační pozadí	http://kdt-1.karlov.mff.cuni.cz
Meteorologická stanice	http://kdt-16.karlov.mff.cuni.cz/cz/mereni.html
Ohyb na štěrbině, Heisenbergův princip	http://kdt-13.karlov.mff.cuni.cz/sterbina_js.html
Vlastní a vynucené kmity na pružině	http://kdt-17.karlov.mff.cuni.cz

A brzy budou obnoveny **Vnější fotoefekt**, **Polarizace světla**, **Faradayův jev**, **Magnetické pole v cívce** aj.

Rozcestník vzdálených experimentů obsáhlý	http://www.ises.info ,
Rozcestník vzdálených experimentů stručný	http://www.eedu.eu

6 Závěr – mobilní technologie ANO či NE?

Na obr. 14 je vzdálený experiment Elektromagnetická indukce spuštěný na tabletu a chytrém mobilním telefonu.

Obr.14 Vzdálený experiment „Elektromagnetická indukce“, na mobilním zařízení iPad a na mobilním telefonu.

Očekáváme, že nové technologie vzdálených experimentů s JavaScriptem, které fungují i na mobilních zařízeních, vzbudí zájem u mladé generace. Mobilní telefony jsou ve škole kontroverzní téma. Prakticky všude při výuce jsou zakázány. Ale chytré telefony (smartphony) nahrazují kalkulačku, stopky, kameru, GPS, aj. A chytré aplikace v mobilu přinášejí možnost práce se zvukem, světlem, měřit rychlost, zrychlení, záznam zvuku i videa. Nedocenitelné je spojení do Internetu, do mailových stránek, do úložišť všeho druhu.

Zakázat osobní, vlastní mobilní zařízení nebo je aktivně využívat? Trend používat vlastní mobilní zařízení se anglicky označuje jako ***BYOT/BYOD Bring Your Own Technology/Device*** a zabývají se jím nejenom školy, ale i firemní sféry. Umožnit, či zakázat přístup do databází z "neidentifikovatelných" zařízení?!

Asi jako pasivní uživatelé chytrých telefonů zatím nepociťujeme nástup ***"cloud computingu"*** (původně poskytování výpočetního výkonu, nyní též poskytování služeb, či programů dostupných z Internetu prostřednictvím webových prohlížečů). Ani nás nezarazí, že tytéž stránky lze stahovat do počítačů i do mobilních zařízení. Až dosud, než přišla technologie HTML5, se musely tvořit zvlášť WWW stránky pro PC a pro mobily!

Sociální sítě se s prudkým nástupem chytrých telefonů stávají všudypřítomné. Již nejsme vázáni pouze na počítač a na třídu. Jsme ve "škole beze zdí".

Z Internetu stahujeme hudbu, videa, knihy. Nyní jsme ukázali, že si lze z Internetu "stáhnout" i reálný fyzikální/přírodovědný experiment!

Učení se může realizovat i prostřednictvím mobilních zařízení. Může se realizovat i mimo školu, domov, někde mezi, někde na cestě, v restauraci, na zábavě, při dopravě aj., někde v mezičase. Zabýval se tím Dean Groom, a nazval toto učení ***"downtime learning***", [5].

Výše uvedené vize technologií i učení se přesně hodí i na vzdálené experimenty na mobilních zařízeních. Vždyť vzdálené experimenty jsou jenom dalším "oblakem" na cloudovém nebi. Výuka, např. konkrétně klasické školní laboratoře, které jsou dosud uvnitř školních zdí, se stávají ***"laboratořemi beze zdí***", laboratořemi přístupnými *kdykoliv, odkudkoliv, komukoliv* a můžeme doplnit z *kdejakých zařízeních* (pevných i mobilních).

Vzdálené experimenty jsou novými objekty v e-learningu, tak nově i v m-learningu. Nesnažme se upřednostňovat m-learning i když je to lákavé. Užívejme ho spontálně, na netradičních místech, ale tak, abychom pomocí m-learningu vzdělávali, poznávali, konstruovali a nikoliv pouze demonstrovali nové technologie. Kombinujme mobilní i nemobilní technologie, klasickou i distanční formu výuky. Pracujme individuálně i v sociálních skupinách.

Závěrem citujme Deana Grooma: „Zdokonalovat se v prostředí neomezeného kontaktu s jinými lidmi a informacemi znamená ***stát se posedlý poznáváním*** – být kdykoli připraven jít do akce, dokud se nedozvíte vše, co jste chtěli. …"

Citace

[1] DVOŘÁK, Jiří, KURIŠČÁK, Pavel, LUSTIG, František. Lustig. *iSES Remote Lab SDK* – internet School Experimental Studio for Remote Laboratory Software Development Kit. http://www.ises.info/index.php/en/systemises/sdkisesstudio. e-mail: JiriDvorak@centrum.cz, Pavel.Kuriscak@gmail.com, Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz, Business and License Agreement: SME RNDr. František Lustig. U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6, phone +420 602 858 056, 2013.

[2] LUSTIG, František, DVOŘÁK, Jiří. *ISES WEB Control* - software pro vzdálené laboratoře se soupravou ISES. Výroba učebních pomůcek PC-IN/OUT, U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6, tel. 602 858 056, Praha, 2003.

[3] SCHAUER, F., LUSTIG, F., OŽVOLDOVÁ, M. *ISES - Internet SchoolExperimental System for Computer-Based Laboratories in Physics*. Innovations 2009 (USA). World Innovations in Engineering Education and Research. iNEER Special Volume 2009. chapter 10. pages 109-118. ISBN 978-0-9741252-9-9.

[4] SCHAUER, F. LUSTIG, F., DVOŘÁK, J. OŽVOLDOVÁ, M. *Easy to build remote laboratory with data transfer using ISES* – Internet School Experimental System ISES. Eur. J. Phys. 29. 753-765. 2008.

[5] GROOM, Dean. *The Downtime Learner theory*. 2011. [cit. 2015-03-11]. Dostupný z WWW: [https://deangroom.wordpress.com/2011/04/14/the-downtime-learner-theory/].