

Obraz jako Brno

Jiří Matela, Eva Hladká, FI MU

1 Úvod

Člověk velmi dobře vnímá obrazovou informaci, informační technologie pracují s informací digitální. Mnoho prostředků bylo a bude vynaloženo na zprostředkování digitální informace pomocí obrazu. Čím přirozenější prostředí pro člověka, tím obvykle náročnější pro IT. V tomto článku se budeme zabývat zobrazovacím systémem SAGE. Tento systém provádí zobrazení na tzv. dělených displejích a umožňuje tak zobrazit velké obrázky s dostatečným detailem. Proti zobrazení obrázků bez detailu s možností zoomu je tento způsob podstatně ergonomičtější a pro člověka méně namáhavý. Vlastní vzdáleností od displeje člověk řídí to, zdali vnímá zobrazovaný celek nebo zvolený detail. Pro tuto vlastnost se SAGE a stěna dělených displejů osvědčily při sledování obrázků z mikroskopu s vysokým rozlišením, ale také fotografických map a družicových snímků. Nestačí-li Vám na zobrazení display s HD rozlišením, SAGE je možným řešením problému.

2 SAGE

Jednou větou řečeno, *Scalable Adaptive Graphics Environment* (SAGE) [1] je zobrazovací, nebo chcete-li vizualizační, platforma a zároveň síťový middleware umožňující propojit teoreticky libovolný počet počítačů do jednoho zobrazovacího klastru. Podívá-li se laskavý čtenář na přiloženou fotografii, uvidí velkou vizualizační plochu na niž je možno prohlížet obrázky, přehrávat videa, animace a vizualizace nebo pozorovat grafické výstupy nejrůznějších aplikací. Jednotlivá okna s grafickými objekty lze po této zobrazovací ploše libovolně přesouvat, vzájemně překrývat, měnit jejich velikost či orientaci. SAGE tak vytváří dojem plně multitaskingového vizualizačního prostředí. Je třeba zdůraznit, že se jedná o dojem, protože SAGE pracovní plocha je vskutku pouze virtuální. Už na první pohled je zřejmé, že grafická data nejsou zobrazena na jednom velkém, ale na řadě menších displejů. Počet použitých displejů jednak implikuje, pro SAGE typické, velmi vysoké rozlišení.



Obrázek 1: Obraz jako Brno. Satelitní snímek Brna zobrazený na SAGE stěně.

Je zřejmé, že všechny displeje musejí být připojeny k nějakému zdroji obrazového signálu. Tím je počítač respektive jeho grafická karta. Je také jasné, že k jednomu počítači lze najednou připojit pouze omezené množství displejů a proto je k výstavbě větších vizualizačních stěn třeba více počítačů. Ke každému počítači, který tvoří pomyslný pilíř stavby, je pak připojen jeden nebo více displejů. Pečlivým vyskládáním a vyrovnáním těchto displejů vznikne vizualizační plocha nebo chcete-li „displejová stěna“. Otázkou však zůstává, jak na takových displejích a počítačích vytvořit onu iluzi jednoho spojitého vizualizačního prostředí, jak zajistit, aby bylo možno stěhovat obrázky z jednoho rohu stěny do druhého a následně pak třeba okno roztáhnout přes všechny displeje a tedy i přes všechny zapojené počítače. To je úloha právě pro SAGE.

Na každém připojeném displeji otevře SAGE okno s prázdnou OpenGL scénou, do které se budou později vykreslovat grafická data. Všechna okna jsou otevřena v tzv. celoobrazovkovém režimu a tudíž kompletně zakrývají všechny displeje. Ačkoliv v tuto chvíli už může stěna působit celistvě a spojitě, je třeba mít stále na paměti, že jednotlivá okna jsou separátní a proto bude potřeba obraz mezi ně dělit.

Na tomto místě je také vhodné podotknout, že SAGE svou grafickou vrstvu staví až nad grafickým rozhraním operačního systému a nejedná



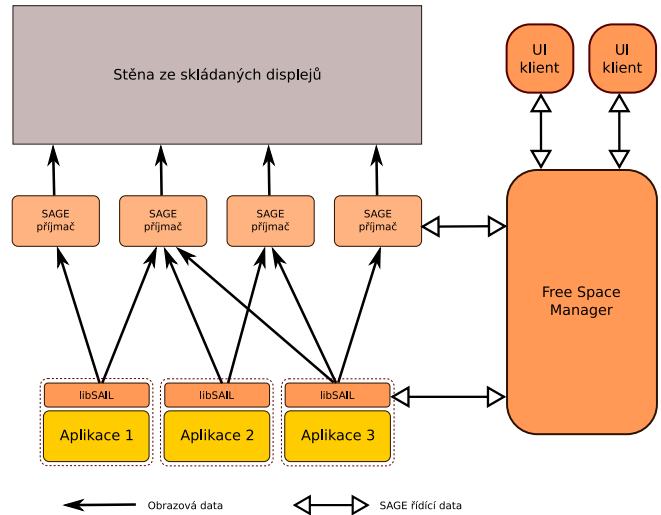
Obrázek 2: 4K animace přehrávaná na SAGE dělených displejích.

se tak o nějakou podobu distribuovaného X serveru¹.

Grafická či zobrazovací vrstva SAGE je v zásadě jen jednoduchou komponentou, jejímž jediným úkolem je na daných pozicích zobrazit dané celky nebo jen části obrazových dat. O tom, kde budou zobrazena konkrétní data a tedy jak bude obraz dělen mezi zapojené displeje, rozhoduje komponenta zvaná Free Space Manager (zkráceně FSManager).

FSManager je řízen uživatelem, který jeho prostřednictvím ovládá rozložení oken na ploše – jedná se o stejný princip ovládání, jaký je každému jistě dobře znám z grafického prostředí operačního systému. Na rozdíl od běžného správce oken musí však FSManager počítat s tím, že uživatel může zadat příkaz k roztažení okna přes několik displejů a v zásadě tedy i přes několik počítačů. V tomto případě FSManager vypočte polohu okna, jeho rozložení přes jednotlivé displeje a informuje zdroj grafických dat (např. prohlížeč obrázků), že je potřeba obrázek rozřezat na části odpovídající právě překryvu okna a displejů ve stěně. Kromě toho jak, tedy na jaké části, se má obrázek rozřezat, je zdroji dat zaslána i informace kam, na jakou IP adresu a port, který díl poslat. Datově náročná komunikace tedy probíhá jen přímo mezi zdroji dat a zobrazovací vrstvou SAGE.

¹<http://dmx.sourceforge.net/>



Obrázek 3: Schéma SAGE architektury

Celá situace je ve zkratce popsána obrázkem 3, kde proti sobě stojí počítače zapojené do zobrazovacího klastru a k nim připojené displeje na jedné straně a zdroje obrazových dat na straně druhé. Uživatel skrze GUI rozhoduje o poloze oken na ploše a FSManager podle toho informuje zdroje dat, jak mají obraz rozřezat a kam jednotlivé díly poslat.

Pozorný čtenář se už jistě dovtípl, že komunikace zdrojů obrazových dat (tj. grafických a multimediálních aplikací) se SAGE není jen tak sama sebou. Aplikace musí porozumět řadě příkazů, které posílá FSManager, musí být schopna podle potřeby dělit obraz, a musí umět komunikovat s grafickou vrstvou SAGE. Všechny tyto funkce jsou obsaženy v knihovně libSAIL, která slouží ke snadnému rozšiřování aplikací o podporu SAGE a jejíž zapojení do celého prostředí SAGE je rovněž vyobrazeno na obrázku 3.

3 SAGE v Sít'ole

V Laboratoři pokročilých síťových technologií jsou v současné době dvě instalace SAGE. První SAGE stěna, která byla postavena na podzim roku 2007, je složena z jednoho počítače a k němu připojených čtyř HD displejů. Celkové rozlišení stěny je tak 3840px × 2400px, tedy přibližně 9 megapixelů. Počítač je vybaven dvěma procesory AMD Opteron Dual Core 2.6GHz, 4GB RAM, dvěma grafickými kartami nVidia GeForce

8800 GTX (ke každé jsou připojeny dva displeje) a jedním 10GE síťovým rozhraním. Tato instalace SAGE byla použita například při demonstraci na Global Lambda Integrated Facility (GLIF) meetingu v Praze na podzim roku 2007², kdy byla 4K animace mléčné dráhy přenášena ze San Diega a Chicaga na SAGE skládané displeje v Chicagu, Amstrodamu a Brně³.

Druhá SAGE stěna nabízí vizualizační plochu o rozlišení 11520px × 4800px a umožňuje tak najednou zobrazit až 55 megapixelů grafických dat⁴. Je složena z 24 HD displejů rozložených do matice 6×4. Každé čtyři displeje jsou obsluhovány jedním z šesti počítačů, kde každý z počítačů je vybaven dvěma procesory AMD Opteron Quad Core 2.2GHz, 8GB operační paměti a dvěma grafickými kartami nVidia GeForce 9600GT a jedním 10GE optickým síťovým rozhraním. Stěna byla uvedena do provozu na podzim minulého roku a poprvé byla využita jako součást Visualcasting dema⁵ na konferenci SC'08⁶. Předmětem dema byl streaming 4K animací a nekomprimovaného HD videa mezi třemi stánky přímo na konferenci SC'08 a několika universitami a výzkumnými pracovišti v USA, Korei, Japonsku, Austrálii, Rusku a České Republice. Díky SAGE stěně bylo možno současně zobrazit jak streamované animace tak i videa posílaná ostatními účastníky. Nekomprimovaný HD video tok byl z Brna posílán softwarem UltraGrid [2] vyvíjeným v Laboratoři pokročilých síťových technologií.

Obě SAGE stěny nejsou určeny pouze pro demonstrace a aplikace vyvíjené mimo laboratoř. Naopak, propojení systému SAGE a systému UltraGrid je původním výsledkem Laboratoře pokročilých síťových technologií. Další připravovanou aplikací je zobrazování obrázků z mikroskopu pro lidskou patologii, ale také využití to-

hoto systému ve výuce pro restaurátory uměleckých děl. Další aplikací bude integrace systému SAGE do širšího kolaborativního prostředí pro práci řídicích štábů ve spolupráci s Univerzitou obrany.

4 Závěr

Ač se čtenáři po přečtení článku a zhlédnutí obrázků může zdát systém těžkopádný a složitý, jedná se o funkční řešení nasaditelné v provozních podmínkách. Výhodou je dobrá škálovatelnost, SAGE se neomezuje na pevný počet displejů, ale je možné postavit systém s rozlišením dle potřeb uživatelů. Lze ho využít jak při vlastní práci tak i ve výuce. Stále větší oblibu a využití lze ukázat nejenom na řadě instalací a demonstrováných aplikací, ale například i na jeho využití při inauguraci prezidenta USA Baraka Obamy⁷.

Pokud Vás tento článek zaujal a rádi byste se dozvěděli více, kontaktujte prosím autory.

Literatura

- [1] Jeong, B., Jagodic, R., Renambot, L., Singh, R., Johnson, A., Leigh, J.: *Scalable Graphics Architecture for High-Resolution Displays*. Proceedings of IEEE Information Visualization Workshop 2005, Minneapolis, MN, 10/23/2005 - 10/25/2005.
- [2] Holub P., Matyska L., Liška M., Hejtmánek L., Denemark J., Rebok T., Hutanu A., Paruchuri R., Radil J., Hladká E. *High-definition multimedia for multiparty low-latency interactive communication*. Future Generation Computer Systems, Amsterdam, The Netherlands, Elsevier Science, Nizozemsko. ISSN 0167-739X, 2006, vol. 22, no. 8, s. 856-861. □

²<http://www.glif.is/apps/glvf-glif2007.html>

³Video zobrazující průběh demonstrace http://www.sitola.cz/~hopet/4K/4K_playout_xvid_wav.avi

⁴V době vzniku článku (leden 2009) jsou dvě největší stěny instalovány v Calit2 v San Diegu (286 megapixelů) <http://www.calit2.net/newsroom/release.php?id=1332> a v TACC v Austinu (307 megapixelů) <http://www.tacc.utexas.edu/resources/vislab/>.

⁵<http://www.ev1.uic.edu/core.php?mod=4&type=4&indi=600>, <http://scyourway.nacse.org/conference/view/bandc103>

⁶<http://sc08.supercomputing.org/>

⁷<http://www.ev1.uic.edu/core.php?mod=4&type=4&indi=614> a <http://www.ev1.uic.edu/core.php?mod=4&type=4&indi=619>