

## **Zeměměřič**

# **Digitalizace Langweilovy Prahy**

**16.5.2011 Zeměměřič str. 20 Psali jinde**  
(ZS)

Mimořádná a unikátní zakázka od Kit Digital v hodnotě 12,5 milionu Kč

Doba, kdy měření či dokumentace fasád staveb či sběr dat pro GIS probíhaly za fyzické účasti měřičů v ulicích, se začíná pomalu vytrácet. Důkazem může být třeba i digitalizace Prahy druhé čtvrtiny devatenáctého století, která trvala tři a půl roku a jednalo se o mimořádnou špičkovou zakázku světového významu v hodnotě 12,5 milionu Kč. Práce probíhaly v období let 2006 až 2009 a zahrnovaly Staré Město, Židovské Město, Malou Stranu a Hradčany s Pražským hradem a část Pohorlece a Strahova.

Společnost Kit Digital, dříve Visual Connection, je známá v oblasti digitálních technologií, především 3D grafiky, ale pracuje i pro televizi, internet, často i ve spojení se zábavou. Tentokrát se v zakázce jednalo o digitalizaci fasád dvou tisíc plášťů domů včetně střech a přílehlých komunikací.

Striktním zadáním byl požadavek nejenom bezkontaktního snímání, ale především dálkové ovládání snímacích zařízení bez fyzické přítomnosti operátora v ulicích. Laserového skenování v této zakázce šlo využít pouze u katedrály Svatého Víta a u Karlova mostu. Zakázka měla i mnohá další nezvyklá specifika ohledně osvětlení budov atd.

### Inteligentní robotika

Pro snímání byl sestaven přesný robot, který obsahoval speciální fotografické zařízení Hasselblad, vybavené optikou pro makrofotografii, makroměchy a upraveným zábleskovým systémem. Snímky se pořizovaly na středoformátovou snímací stěnu s rozlišením 16 megapixelů a dynamickým rozsahem 32 bitů na kanál.

Detaily textur jednotlivých staveb se blížily úrovni 1200 DPI, ovšem tehdejší rozlišení čipů ani pro makrofotografii nedosahovalo takového detailu. Při kolmém focení střech je přirozeně vyšší rozlišovací schopnost, ovšem stěny se snímaly pod úhlem 45°, což vedlo k maximálním u rozlišení 600 DPI. U některých špatně dostupných míst to však bylo ještě méně.

Cílem snímání bylo pořídit důkladný materiál pro rekonstrukci modelu ve 3D. Na snímací stoličce byly s pomocí mřížky zvoleny náhledové body pro orientaci robota, který podle předem nastaveného scénáře snímal každý bod ze sedmnácti různých pozic s rychlostí jednoho snímku za čtyři sekundy. Standardní díl pokrývalo kolem tří set náhledových bodů, takže byl pokryt přibližně pět tisíc snímky.

U největšího dílu, kterým jsou Hradčany, to ale bylo třeba přes čtrnáct tisíc.

Právě větší počet snímků stejného místa z různých pozic v kombinaci se známou polohou snímající kamery je společně s pomocí matematické algebry zdrojem prostorové informace. Jako velký problém se ukázalo spočítání pozic kamery.

Původně se předpokládalo, že s využitím inteligentní robotiky se bude vědět, kde robot stál v momentě focení. Ale záhy se ukázalo, že rameno, na kterém se pohyboval, se prohýbá až o několik centimetrů. A to je samozřejmě naprosto nepostačující přesnost. Nakonec se tedy polohy kamer počítaly zpětně s využitím matematiky.

### Čtvrt milionu snímků a šest terabajtů dat

Na konci tříměsíčního období snímání bylo přibližně 244 tisíc snímků, což s sebou neslo vysoké nároky na uložení.

Celkem se jednalo o více než 6 TB dat, což klade vysoké nároky jak na uložení, tak i na testování, které se odehrává v rovině hodin a dnů. Přirozené problémy vyvstávají i s uchováním původních dat, protože ta jsou na celém projektu tím nejcennějším, navíc pořizovatel se zavázal k jejich uchování po dobu následujících třiceti let.

Snímky jsou uloženy v databázi i se všemi informacemi o poloze kamery a její orientaci i dalších parametrech a je možné v nich vyhledávat podle jmenné konvence.

### Od bodového mračna k polygonálnímu modelu

Po realizaci snímání a archivaci dat byla další fází rekonstrukce 3D modelu. K ní však bylo nutné zkalibrovat snímky, tedy s pomocí matematiky se určovala přesná poloha kamery, aby mohla poskytnout přesné souřadnice pro výpočet 3D modelu. Zároveň se začaly zpracovávat obrazové informace.

Z nezkalibrovaných snímků se s pomocí metod počítačového vidění promítlo bodové mračno a z něj získávali operátoři významné body pro pozdější polygonální konstrukci. V první fázi se ze snímků focených kolmo zachytávaly významné prvky střech. Po dvou měsících už byly hotové kalibrace a s jejich pomocí byly významné body střech přepočítány do 3D. Dalším krokem po střechách bylo modelování stěn, na jejichž konci byl 3D polygonální model.

Operátorům při výběru sloužil nástroj vyvinutý na platformě ImageModeler ve spolupráci se společností Autodesk RealViz.

#### Extrakce textur

K připravenému polygonálnímu modelu bylo potřeba dodělat textury. Jejich příprava s sebou nesla další komplikace, protože se na šikmých snímcích domy často vzájemně překrývaly a textura pokrývající jednu stěnu libovolného domu musela být složena z několika různých snímků.

Proces extrakce textur na povrch modelu však přinesl i závažnější komplikace, nebo spíše odhalil chyby z dřívějších částí tvorby modelu. „V kalibraci kamery hrají roli setiny milimetru a nám se stalo, že jsme spočítali kalibraci v desetínách milimetru.

To se nám samozřejmě do modelu promítlo. Navíc do procesu vstoupil lidský faktor, operátor mohl střechu označit nepatrně jinak než měl a v tu chvíli se obě chyby násobily.

Když se v jednom okamžiku promítne na chybnou střechu obrázek ze čtyř různých směrů, je textura nepoužitelná, protože se skládají části, které vedle sebe vůbec nemusejí ležet. To byla nejproblematičtější část texturace, se kterou se v některých místech zápolí doteď,“ přiznal Sedláček.

#### S boroskopem za objevy

Projekt zahrnoval digitalizaci i velice tiřerných detailů v naprosto nepřístupných místech. Dokumentace se prováděla lékařským boroskopem pomocí miniaturních kamer na laparoskopii. (Kamera na optickém vlákne, která je umístěna na půlmetrové tyči s průměrem pod jeden centimetr).

#### GIS na zelené louce

Aby mohl být 3D model k dispozici pro další vědecké zkoumání a doplňován o všemožné atributy, objevila se potřeba uložit ho do geografického informačního systému - GIS. Každý dům se stal geoprvkem v databázi, která je zpřístupněna odborníkům.

Samotný GIS nevychází z žádné existující platformy, byl vyvinut pro potřeby této zakázky. „Soft ware využívá běžně dostupných relačních databází, jinak je kompletně napsaný u nás ve firmě. Pro práci ve 3D vznikly takové požadavky, které nebylo možné splnit žádným komerčním produktem a pokud by bylo, tak by byl neúměrně drahý,“ vysvětlil Kamil Ghais.

„Je potřeba si uvědomit, že GIS je spjatý s 3D modelem. Mohou se v něm studovat jednotlivé objekty v 3D prostoru a běžný nástroj by jednoduše nezobrazil tak obrovské množství dat,“ doplnil David Sedláček.

#### 3D kino a průlety nad modelem

S výsledkem tříletého snažení více než dvou stovek lidí se můžete seznámit v **Muzeu hlavního města Prahy**. Veřejnost má možnost posoudit zdařilost digitalizace na dvou dotykových obrazovkách umístěných v blízkosti skutečného Langweilova modelu Prahy, které je pozvou na procházku jednotlivými částmi 3D modelu. Výjimečným zážitkem je průlet nad digitálním modelem během šestiminutového filmu, který se promítá stereoprojekcí v improvizovaném 3D kině v prostorách muzea. K zakoupení je i DVD s virtuálním průvodcem Langweilovým modelem Prahy a DVD s dokumentárním filmem o celém projektu digitalizace tohoto unikátního díla.

Pozornému čtenáři jistě došlo, že předmětem digitalizace byl historický Langweilův papírový model Prahy o velikosti cca 20 m<sup>2</sup>, kde fyzická přítomnost operátora v ulicích města je nemožná.

Celý otištěný text je kompilátem několika článků z časopisu GeoBusiness 1+2/2010, který se problematice sběru dat také věnuje podrobněji. Vzhledem k určité podobnosti s moderními technologiemi sběru dat v geodézii a předpokladům dalšího vývoje těchto metod (viz článek Lišky na Ještědu) a odkazům na článek v GeoBusinessu Pro další výzkum expertů vznikla nová geoplíkace.

Na fasádách jsou zachyceny nejen stavební a výzdobné detaily jako domovní znamení, fresky či sluneční hodiny, ale také všechny aktuální anomálie, jako oprýskané zdi, vytlučená okna či popínavé rostliny.

na jiném místě tohoto čísla jsme do Zeměměřiče převzali podstatné části zde zmiňovaných článků a odkazujeme zájemce o tuto problematiku na možnost si časopis předplatit na <http://www.geobusiness.cz/predplatne>.

Literatura: Jančík, M.: Vysoká škola digitalizace, GeoBusiness 1+2/2010 Jančík, M.: Langweil? Obrovské poučení - rozhovor, GeoBusiness 1+2/2010 Papírové kouzlo staré Prahy, GeoBusiness 1+2/2010 Michovský, P.: Lišky na Ještědu, Zeměměřič 8+9/2005

Foto popis| Bodové mračno v porovnání s rekonstruovaným modelem

Foto popis| Modelování v softwaru Autodesk Image Modeler

Foto popis| Pro lepší orientaci v nasnímaném materiálu byl vyvinut 3D prohlížeč

Foto autor| ilu: **Muzeum Hlavního města Prahy**, Visual Connection, a.s. - <http://www.langweil.cz>