

Rozšířená realita a nové možnosti tvorby publikací

Mgr. Michal Černý / CEINVE FF MU

Resumé:

Rozšířená realita představuje jeden z trendů v ICT, který bude zásadním způsobem měnit informační chování. Je založená na myšlence přidání další informační vrstvy nad fyzickou realitu, kterou může uživatel vidět a určitým způsobem ji reflektovat. To bude měnit nejen vyhledávání informací o řadě objektů kolem nás, ale může přispět k tvorbě publikací, které budou s tímto konceptem aktivně pracovat, ať již jednoduchým užíváním AR a QR kódů, nebo pokročilejšími metodami, jako je pohyb na mapě nebo analýza činností čtenáře. Autor se tak posouvá do role kurátora informací a čtenář získává během čtení unikátní, personalizovanou, aktivní roli.

Klíčová slova: rozšířená realita, mobilní telefony, tablety, knihovny, informační společnost

Summary:

Augmented reality is one of the trends in ICT which will change the information behaviour fundamentally. It is based on the idea of adding another layer of information to the physical reality which a user can watch and reflect in a certain way. This process will change not only the way of searching for information about a number of objects around us but it can also be instrumental in the process of publishing as long as publishers work with this concept actively. For example, they can use a simple AR and QR codes or advanced methods which enable readers to move about the maps or to analyse readers' activities. The author of the publication becomes an information curator and the reader find himself/herself in the unique, personalized, active role.

Keywords: augmented reality, mobile phones, tablets, libraries, information society

Podstatou rozšířené reality (anglický termín augmented reality, do češtiny lze přeložit také jako obohacená realita) je koncept známý např. fanouškům sci-fi z filmů jako je Terminátor či Star Trek, kde hrdinové namíří na nejrůznější objekty určité zařízení a před očima se jim zobrazí kompletní výpis informací o nich. Rozšířená realita tak stojí mezi světem skutečným a virtuálním.¹

Takový popis ukazuje široké spektrum toho, jak je možné rozšířenou realitu chápat a využívat – od relativně jednoduchých aplikací s mobilním telefonem, který určuje rychlost kolem jedoucích aut, až po komplexní a robustní systémy spojené s brýlemi (například Google Glass, Recon Jet či GlassUp) a podobnými zařízeními, která umožňují dynamicky reagovat na situaci a poskytují velice širokou funkcionalitu, včetně možnosti vývoje aplikací pro konkrétní zařízení.

V současné době je základem téměř všech podobných systémů kamera, která scénu snímá, pak počítač, který ji identifikuje, analyzuje a pracuje s výpočty, a v neposlední řadě také zařízení, na němž se uživateli zobrazí výsledek. Jak jsme již uvedli, samotná zařízení, která poskytují funkcionalitu pro rozšířenou realitu, mohou být různá, podle toho, s jakou sadou funkcí mají tato zařízení pracovat.² Futuristické vize pak hovoří

¹ ČERNÝ, Michal. Rozšířená realita: od mobilního telefonu k chytrým brýlím.

² KATO, Hirokazu a Mark BILLINGHURST. Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system.

o tom, že budoucností jsou čipy implantované přímo do lidského těla, avšak to rozhodně nepředstavuje časový horizont, kterému se věnujeme v tomto příspěvku.

Ostatně pojem *rozšířené reality* je poměrně přesný – uživatel vidí více, než co se před ním ve skutečnosti nachází. Jde také o základní hermeneutický předpoklad či klíč, s nímž lze k vývoji aplikací tohoto druhu přistupovat. Hledat možnosti, jak na základě chování objektů fyzického světa rozšířit informace, které má člověk k dispozici. Motivací přitom není ve většině případů hra, ale přímý ekonomický profit či zlepšení pracovních podmínek lidí, kteří mohou své profese vykonávat díky podobným zařízením mnohem efektivněji a lépe.

Současná technologická aplikace konceptu rozšířené reality

Rozšířená realita není nedostižným futuristickým konceptem. Jde o trend, který se již projevil celou řadou konkrétních aplikací a jehož význam poroste. Příkladem mohou být nejrůznější akcelerometry, kompasů či gyroskopy,³ které jsou běžnou součástí chytrých mobilních telefonů či tabletů. Ty mají za cíl (mimo jiné) poskytovat funkční základnu pro práci s rozšířenou realitou.

Pokud jde o základní hardwarovou strukturu zařízení pracujících s rozšířenou realitou, lze identifikovat relativně snadné *abstraktní schéma* – základem je vždy nějaký detektor (nejčastěji kamera), který dodává informace o fyzickém světě. Kromě kamery lze použít mikrofon či jiné čidlo, ale v tomto případě nejde o standardní řešení. Je přitom třeba uvážit na jedné straně hmotnost a rozměry takového zařízení, na straně druhé fyzikální omezení (jde především o velikost optického zařízení a s ním spojených vad, především způsobených difrakcí), jež mohou být pro algoritmy zpracovávající obraz silně limitující.

Druhým komponentem je počítač či jiné zařízení, které analyzuje příchozí data, identifikuje v nich patřičné objekty a poskytuje k nim další informace. Kromě procesoru je tak nezbytná paměť, řadiče, ale většinou také připojení na internet, neboť velká část aplikací nepracuje jen s lokálními daty. Obvykle se setkáváme se snahou tato zařízení miniaturizovat, což vytváří limity v podobě omezeného výkonu a paměti, stejně jako spotřeby. Největším problémem jsou baterie, neboť jsou velké a těžké. Jejich miniaturizace postupuje relativně pomalu; v důsledku toho představují jedno z hlavních omezení.

Kromě volitelného síťového adaptéru a dalších připojených čidel (GPS, kompas, gyroskop) je nezbytnou součástí také určité výstupní zařízení. Lze použít obrazovku mobilního telefonu nebo například populární HUD display.⁴ Jde o průhlednou obrazovku, na kterou se mohou promítat informace. Dnes se hojně užívají především obrazovky čtvrté generace umožňující pracovat i s pohyblivým obrazem za využití laseru a tekutých krystalů.

Z hlediska technologie identifikace obrazu lze pracovat s různými základními postupy. První, nejjednodušší možností je využití *markerů*. Jde o 2D kódy či obrázky, které umožňují s objektem dále pracovat.⁵ Nejjednodušším příkladem může být QR

³ Akcelerometr je zařízení, které slouží pro měření zrychlení, gyroskop umožňuje měření polohy (dříve fungoval na principu setrvačnicku, dnes se užívá MEMS senzorů [Micro-Electro-Mechanical Systems]). Kombinace kompasu a akcelerometru může být ekvivalentní s užitím gyroskopu. Z různých důvodů se ale tato zařízení stále kombinují.

⁴ MILGRAM, Paul, et al. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum.

⁵ REKIMOTO, Jun. Matrix: A realtime object identification and registration method for augmented reality.

kód⁶ (viz obrázek 1) na dveřích učebny,⁷ který zobrazí rozvrh a kontakt na správce dané místnosti. Tyto kódy lze používat také v knihách, v inzerci nebo v galeriích pro zobrazení většího množství informací o vystaveném exponátu, aniž by bylo třeba všude umísťovat rozsáhlé multimediální panely či plakáty.

QR kódy jsou dnes jednoznačně nejrozšířenější technologií. Ačkoliv mají řadu variant a konkurentů, je princip jejich činnosti vždy velice podobný. Kamera identifikuje 2D kód a pomocí přenesené informace provede příslušnou akci – předá vizitku, odkaz, zobrazí text atp. Tyto kódy obvykle obsahují velké množství redundantních (rezervních, nadbytečných) dat a pro běžného uživatele nejsou právě nejpohodlnější a nejrychlejší záležitostí.⁸ Na druhé straně jsou technicky rozhodně nejsnazším řešením.

Druhou možností, pracující se zcela jiným přístupem, je analýza zobrazených objektů. Princip je velice podobný jako v případě algoritmu pro převod bitmapové grafiky na grafiku vektorovou.^{9, 10} Dochází k identifikaci nejdůležitějších křivek a jejich převodu na polynomy (matematicky vyjádřené rovnice křivek), které jsou vzájemným způsobem porovnávány. Lze také pracovat s dalšími parametry, jako jsou barvy, spojení polynomů nebo identifikace pohybujícího se bodu. Výhodou je velká robustnost použitého postupu. Polynomy jsou z hlediska přenosu dat také relativně nenáročné a lze s nimi dobře pracovat v databázích.

Třetí variantou, která se nejčastěji používá ve spojení s druhým postupem, je *práce s geolokačními funkcemi* (zajímavé spojení geolokačních funkcí s konceptem rozšířené reality nabízí například Google Glass – viz obrázek 2). Jestliže systém zná přesnou polohu zařízení (určí se pomocí GPS souřadnic), jeho orientaci v ploše (zjistí se elektronickým kompasem) a v prostoru (pomocí gyroskopu), může relativně snadno identifikovat, na jaký stacionární objekt (např. památku) se člověk dívá. Nejde jistě o univerzální řešení, ale například pro identifikaci památek jde o výborný a hojně používaný nástroj.

Kombinace třetího a druhého přístupu často spočívá v tom, že pomocí *lokalizace uživatele* (a jeho pohledu) se omezí množina prohledávaných dat a přepočtení polynomů pak nemusí být tak přesný a citlivý, protože jen rozhoduje, který z několika málo potenciálních objektů či objektů je skutečně před uživatelem, respektive kamerou, kterou má uživatel na telefonu či brýlích.



Obr. 1 *Qr_code*: QR kód s odkazem na osobní stránky autora článku

⁶ Alternativou mohou být například Blipper, Microsoft Tab, Google Goggles, MaxiCode či EZ Code. Zajímavé jsou ale především AR kódy, které umožňují informaci zanést do pěkně vypadajícího dichromatického obrázku, či SnapTag.

⁷ Využití QR kódů ve školství.

⁸ Více informací v knize WINTER, Mick. Scan me: everybody's guide to the magical world of QR codes: barcodes, mobile devices and hyperlinking the real to the virtual.

⁹ Bitmapová či rastrová grafika je taková, ve které má každý bod (či skupina bodů v případě ztrátové komprese) definovanou svoji barvu a jas. Vektorová grafika je pak taková, ve které jsou jednotlivé objekty definovány pomocí křivek, které lze jednoznačně matematicky popsat.

¹⁰ ZEŽULA, Pavel. Future Trends in Similarity Searching.



Obr. 2 *Google_glass_navigace*: Ukázka Google Glass ve spojení s navigací učima uživatele
(Zdroj: <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>)

Dnes je nejčastějším způsobem práce s *rozšířenou realitou* využívání mobilního telefonu. Lze přitom využít všech možností, které nabízejí příslušná API či frameworky (předem připravená vývojová prostředí a knihovny). Pak již stačí jen vhodným způsobem zpracovat obraz a připojit k němu příslušnou další informaci. Podobný vývoj aplikací bude přitom možný i pro brýle Google Glass (viz obrázek 3),¹¹ které představují zřejmě nejpůvodnější příklad speciálního zařízení stavějícího na internetu věcí.

Přístup k tomu, jak musí být zpracování obrazu náročné, se přitom značně různí. Velký úspěch mají často jen triviální aplikace, které například umožňují měřit úhly či vzdálenosti od určitých objektů (v případě, že jsme schopni definovat nějaké referenční měřítko), nebo třeba aplikace pro vyhledávání majitelova automobilu na parkovišti. Jiným příkladem velice jednoduché aplikace mohou být *virtuální planetária* – pomocí GPS, kompasu a gyroskopu systém pozná, jakým směrem se uživatel dívá, a na obrazovku mu vypisuje polohy hvězd, jejich jména či kreslí souhvězdí.¹²



Obr. 3 *Google_glass*: Brýle Google Glass (Zdroj: <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>)

¹¹ Příkladem může být dobře zpracované prostředí a podpora pro vývoj od Google. Viz Google Glass: Overview. Google Developers.

¹² Google Sky Map. Google Mobile.

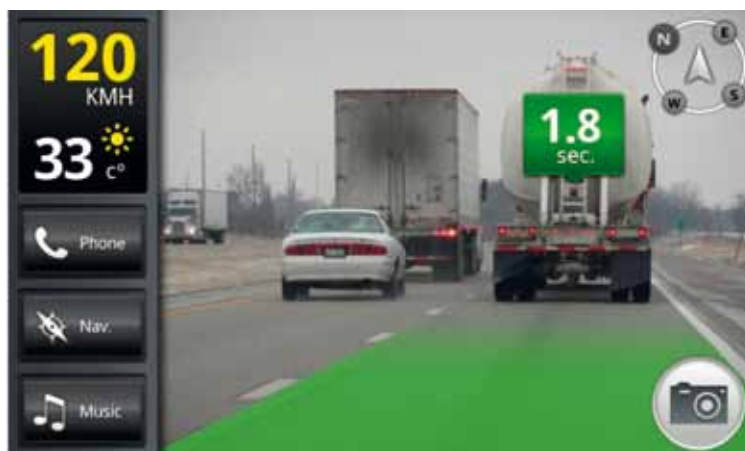
Aktuální projekty

Na tomto místě se pokusíme ukázat některé vybrané, již funkční aplikace *konceptu rozšířené reality*. Ty mohou být dvojího druhu – buď jde o speciální zařízení umožňující programovat aplikace, které s daty z rozšířené reality přímo počítají, nebo o aplikace využívající služeb mobilního telefonu či tabletu. Např. pro tvorbu interaktivních knih využívajících konceptu rozšířené reality jsou mimořádně zajímavé, neboť ukazují možnosti inspirace pro vytváření aplikací vlastních.

V první kategorii jmenujme například projekt Innovega¹³, který je financován v rámci projektu DARPA¹⁴. Ve zmiňovaných projektech se využívá speciálních soustředěných pásů čoček, které jsou součástí zobrazovacího zařízení, což zvětšuje zorný úhel a umožňuje, aby obraz vytvářený kamerou nebránil běžné orientaci v prostoru. Tyto aplikace jsou určeny jednak vojákům a bezpečnostním složkám, ale také široké veřejnosti. Nejznámějším projektem jsou pak Google Glass¹⁵, využívající operační systém Android a zobrazující informace na HUD obrazovce.

Google vyvíjí řadu aplikací pro rozšířenou realitu. Mezi nimi lze zmínit například Google Goggles¹⁶, který umí rozeznat památky, značky, umělecká díla, vína, kontaktní údaje nebo třeba text, a dále s nimi pracovat. Pro jeho korektní chod je třeba mít telefon s Androidem 2.1 a vyšším nebo iOS 4.0.

Příkladem zcela jiným, který nepotřebuje velké repositáře dat, je iOnRoad¹⁷ (viz obrázek 4) sloužící k detekci kolizí automobilů a ke sledování provozu na silnicích. Stačí mobilní telefon vhodným způsobem umístit do držáku u čelního skla (samozřejmě je podrobný návod) a pak jen sledovat, jak je na obrazovku promítána zelená oblast bezpečné vzdálenosti před takto vybaveným vozidlem, dále jeho aktuální rychlost a vzdálenost od nejbližšího čelního vozidla v sekundách (při dané rychlosti). Navíc je možné z jízdy vytvářet snímky a publikovat je na sociálních sítích.



Obr. 4 IOnroad: Ukázka konceptu rozšířené reality v aplikaci iOnRoad pro motoristy
(Zdroj: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.picitup.iOnRoad.pro>)

¹³ INNOVEGA INC. Innovega.

¹⁴ DARPA: Creating and Preventing Strategic Surprise. DARPA.

¹⁵ Google Glass. Google.

¹⁶ BILTON, Nick. Behind the Google Goggles.

¹⁷ iOnRoad. iOnRoad.

Word Lens¹⁸ je aplikace, která umí rozpoznat text snímaný kamerkou a zajistit jeho překlad do jazyka uživatele, a to v reálném čase a přímo ve snímku. Layar¹⁹ je zajímavé rozhraní, které přidává k obrazu kamery další vrstvy s řadou informací, jako jsou blízké památky v okolí, kontakty z nejrůznějších databází a další. Podobných aplikací existují desítky; často využívají otevřené zdroje, různá API či nástroje třetích stran.

Nové možnosti publikování

Rozšířená realita nemusí sloužit jen jako nástroj pro lepší vykonávání určitých profesí (například instalatér může vidět plány budovy, díky tomu mnohem rychleji a efektivněji najít a opravit závadu²⁰), ale přináší zásadní možnosti pro rozvoj knih. Zatímco klasická kniha nabízí více méně statický obraz i informace a primárně pracuje s fantazií čtenáře, kniha, která bude využívat možností rozšířené reality, může být mnohem zajímavější. V následující části příspěvku se pokusíme uvést některé zajímavé novinky, které v této oblasti můžeme očekávat.

První možností, která začíná být běžná ve školních pracovních listech nebo na výstavách, je užívání QR kódů. Ty mohou obsahovat buď text s rozšiřujícími informacemi, nebo odkaz na webovou stránku, která nabídne něco navíc.²¹ Do knihy lze tímto způsobem vkládat některé zajímavé údaje. Ty pak budou vycházet z aktuálních dat a čtenář si je přečtením 2D kódu svým mobilním telefonem zobrazí. Další možností je rozvíjení složitých vedlejších příběhů, které běžného čtenáře nemusí při prvním čtení zajímat.

Díky QR kódům lze knihu beletristickou i odbornou mnohem lépe „vyladit“ pro potřeby konkrétní čtenářské skupiny. Začátečník bude používat například QR kódy pro výklad užívaného matematického či fyzikálního aparátu, čtenář historického románu díky QR kódům může – ale nemusí – číst podrobné exkurzy, analýzy či dějinné kontexty (v klasické literatuře je dostupný poznámkový aparát – v případě provázanosti na online zdroje tento aparát může být podstatně obsáhlejší a neustále aktualizovaný).

V této oblasti lze očekávat nahrazení nepříliš vzhledných QR kódů kódy AR (AR code), které vypadají jako obrázky.²² Kniha tak získá zajímavý grafický rozměr, bude hojně ilustrovaná a přitom se výrazně rozšíří její obsah i případná aktuálnost, což je u faktografické literatury mimořádně zajímavé a užitečné. Pro poezii či určité pasáže prózy pak může být praktické, když se pomocí přečtených kódů bude ve správnou chvíli spouštět hudba či videa, která vše dokonale podkreslí.

Druhou oblastí, která může zcela posunout koncept literární tvorby, je spojení fyzického prostoru a příběhu přímo koncipovaného autorem. Ten může čtenáře vodit po městě a nechávat jej číst i vidět příběh, který pro něj připravil. Triviální využití takového konceptu nacházíme v turistických průvodcích²³, ale i romány či detektivky mohou díky těmto technologiím získat zcela nový rozměr. Čtenář se z gauče přesouvá do města, kde si musí celý děj skutečně „odžít“.²⁴ Podobný přístup by mohl u řady lidí vést k podpoře zdravého životního stylu nebo podpoře turismu. Děj je v takovém případě navázán na konkrétní místo, na které se musí čtenář dostat.

¹⁸ Word Lens. Quest Visual.

¹⁹ Layar. Layar.

²⁰ FEINER, Steven, Blair MACINTYRE a Dorée SELIGMANN. Knowledge-based augmented reality.

²¹ ČERNÝ, Michal. QR kódy a jejich využití ve výuce.

²² The new Augmented Reality experience. AR Code.

²³ Google Goggles. Google.

²⁴ Na tomto principu je založená například hra Ingress, ve které uživatelé pomocí mobilního telefonu vytvářejí portály u památek ve městech.

Jinou cestou práce s realitou je sledování vlastních úkonů čtenáře (což může být problematické z hlediska etiky či ochrany osobních údajů a soukromí). Díky kameře a možnosti detekce obrazu lze do knihy zařazovat prvky, které donutí čtenáře k intenzivní akci – bude muset krájet chléb, jít se podívat do zrcadla či cokoli dalšího. Lze stejně tak dobře kontrolovat, zda rozluštil zadanou šifru nebo vypočítal diferenciální rovnici.

Tyto možnosti vedou ke zcela novému konceptu tvorby publikací – čtenář v nich není jen pasivním příjemcem určité informace, ale sám se aktivně zapojuje do děje, případně vybírá, jakým směrem se dále bude v četbě ubírat nebo čím se bude během četby zabývat. Dobrá práce s těmito možnostmi může přivést zcela novou generaci spisovatelů, kteří budou více kurátory než tvůrci a budou svoje díla propracovávat v přímé interakci se čtenářem.

Jistě to neznamená – ani v nejmenším – že by koncept klasických knih či publikací byl překonaný nebo zastaralý. Spíše zde mimo doménu klasické literatury začíná vznikat literatura nová, která bude s *konceptem rozšířené reality* intenzivně pracovat.²⁵ Možnosti budou ale postupně mnohem širší, než jaké jsme naznačili, a budou nutně vést autora k tomu, aby nad dílem začal přemýšlet ze zcela nové perspektivy.

Závěr

Rozšířená realita patří nepochybně mezi zásadní trendy v oblasti ICT, což dokumentuje například její zařazení na seznam 13 nejdůležitějších trendů IEEE Computer Society pro rok 2013.²⁶ Jde o koncept, který je relativně starý (první aplikace vznikly již před několika lety), ale v poslední době silně akcelerovaný – jak díky rostoucímu výkonu tabletů a telefonů, tak díky vzniku nových zařízení, jako jsou Google Glass.

Koncept klasického čtenářství, které stojí do velké míry na papírové knize, zůstane jistě zachován a dost možná bude i v nejbližších letech stále převažovat. Rozšířená realita jistě není schopna zajistit všechny prožitky, které nabízí kniha klasická, nebude většinou prostorem pro pěstování krásného jazyka nebo dokonalé fantazie v dlouhých složitých popisech Tolkienovského typu. Přesto ale může ukázat cestu ke čtení a literatuře čtenářům, kteří po běžné knize sáhnou jen z donucení, dokonale pracovat s realiemi fyzického světa anebo vést čtenáře k aktivitě. Nepochybně představuje jednu z cest vedoucích k aktivnímu čtení, což lze jistě ohodnotit kladně.

Zároveň musíme zmínit celou řadu problémů, které jsou s konceptem rozšířené reality spojeny. Jedním z aktuálně nejzávažnějších je bezpečnostní riziko, kdy jsou čtenáři po načtení QR kódy přesměrováni na nějakou stránku se škodlivým obsahem.²⁷ Dále je možné zmínit skrytou manipulaci se čtenářem nebo určité informační přetížení, kdy člověk nebude chtít mít k dispozici paletu voleb informačních zdrojů a rozšiřujících materiálů, ale naopak by rád konzumoval obsah bez nějakých větších úvah nad jeho složením, jen věře dobrému uvážení autora. Nepříjemnosti může činit zastarávání obsahu QR kódů, změny domén či posun technologií, které mohou publikaci učinit za několik málo let zcela nečitelnou a zastaralou. Životní cyklus publikace s konceptem rozšířené reality bude nepochybně kratší než té klasické.

Také z hlediska informačního chování přináší rozšířená realita celou řadu důsledků, které není snadné domýšlet. Ať již jde o hledání informací nebo třeba o komunikaci

²⁵ Další informace o nových formách literatury lze najít v článku: ČERNÝ, Michal. Digitální storytelling a e-singles jako nový přístup k literatuře v informační společnosti.

²⁶ ČERNÝ, Michal. Třináct IT trendů v roce 2013 podle IEEE: Internet věcí, big data i soutěž ve spolehlivosti.

²⁷ ULLRICH, Johannes. Malicious Images: What's a QR Code.

s lidmi, ke kterým budou moci být v reálném čase zobrazena nějaká další data. Již dnes existují aplikace, které člověka identifikují (podle aktivního mobilního telefonu) a zobrazí jeho profily a statusy na různých sociálních sítích. Tato skutečnost může mít vliv na to, jak s danou osobou budeme mluvit a jednat, jak a jaké údaje dané osoby budeme používat jako zdroj informací nebo i v běžném sociálním kontaktu.

Knihovny by se neměly nástupu podobných technologií bránit, neboť tyto technologie umožňují mnohem lépe propagovat jejich služby. Čtenář pomocí kódu či svých brýlí bude moci zjistit, jaké knihy si půjčují čtenáři jeho oblíbených autorů, kolik lidí četlo tu kterou publikaci a jak ji hodnotilo, i řadu dalších věcí. Záleží jen na knihovnách, jak kreativní budou v práci s tímto konceptem, který jim umožňuje nejen zlepšovat kvalitu služeb, ale svým způsobem může posílit také jejich roli v informační společnosti.

Příspěvek byl napsán v rámci řešení operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost: Centrum informačního vzdělávání: rozvoj informační gramotnosti na MU (CEINVE), Reg.č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0241.

Použitá literatura:

- BELTON, Nick. Behind the Google Goggles, Virtual Reality. *The New York Times* [online]. 2012 [cit. 2013-10-08]. Dostupné z: http://www.nytimes.com/2012/02/23/technology/google-glasses-will-be-powered-by-android.html?_r=1&_
- ČERNÝ, Michal. Digitální storytelling a e-singles jako nový přístup k literatuře v informační společnosti. *Inflow: information journal*, [online], 2012, roč. 6, č. 6. ISSN 1802-9736. [cit. 2013-01-09]. Dostupné z: <http://www.inflow.cz/digitalni-storytelling-esingles-jako-novy-pristup-k-literature-v-informacni-spolecnosti>.
- ČERNÝ, Michal. QR kódy a jejich využití ve výuce. *Metodický portál RVP: Základní vzdělávání* [on-line], 2013. ISSN 1802-4785.
- ČERNÝ, Michal. Rozšířená realita: od mobilního telefonu k chytrým brýlím. *Root* [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/rozsirena-realita-od-mobilniho-telefonu-k-chytrym-brylim/>.
- ČERNÝ, Michal. Třináct IT trendů v roce 2013 podle IEEE: Internet věcí, big data i soutěž ve spolehlivosti. *Lupa* [online]. 2013 [cit. 2013-01-09]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/trinact-it-trendu-v-roce-2013-podle-ieee-internet-veci-big-data-i-soutez-ve-spolehlivosti/>.
- DARPA: Creating and Preventing Strategic Surprise. *DARPA* [online]. 2013 [cit. 2013-09-26]. Dostupné z: <http://www.darpa.mil/default.aspx>.
- FEINER, Steven, Blair MACINTYRE a Dorée SELIGMANN. Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*. 1993, vol. 36, issue 7, s. 53–62. DOI: 10.1145/159544.159587. Dostupné z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=159544.159587>.
- Google Glass. Google [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.google.com/glass/start/>.
- Google Glass: Overview. Google Developers [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <https://developers.google.com/glass/overview>.
- Google Goggles. Google [online]. 2012 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.google.cz/intl/cs/mobile/goggles/#text>.
- Google Sky Map. Google Mobile [online]. 2011 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: www.google.com/mobile/sky-map/.
- Ingress. Ingress [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.ingress.com/>.
- INNOVEGA INC. Innovega [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://innovega-inc.com/>.
- IOnRoad. IOnRoad [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.ionroad.com/>.
- KATO, Hirokazu a Mark BILLINGHURST. Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. In: *Augmented Reality, 1999. (IWAR'99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on. IEEE, 1999, p. 85–94. ISBN 0-7659-0359-4.*

-
- Layar. Layar [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <https://www.layar.com/>.
 - MILGRAM, Paul, et al. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: *Photonics for Industrial Applications*. International Society for Optics and Photonics, 1995, p. 282–292. Dostupné z: <http://cin.ufpe.br/~in1123/material/10.1.1.27.5939.pdf>.
 - REKIMOTO, Jun. Matrix: A realtime object identification and registration method for augmented reality. In: *Computer Human Interaction, 1998. Proceedings. 3rd Asia Pacific*. IEEE, 1998, p. 63–68. ISBN 0-8186-8347-3.
 - The new Augmented Reality experience. AR Code [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.ar-code.it/>.
 - ULLRICH, Johannes. Malicious Images: What's a QR Code. ISC Diary [online]. 2011 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://isc.sans.edu/diary/Malicious+Images+What+s+a+QR+Code/11305>.
 - Využití QR kódů ve školství. QR-kody.cz [online]. 2012 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://www.qr-kody.cz/qr/qr-kody-skola.html>.
 - WINTER, Mick. Scan me: everybody's guide to the magical world of QR codes: barcodes, mobile devices and hyperlinking the real to the virtual. 1st print ed. Napa, Calif.: Westsong Pub., 2011, 142 p. ISBN 978-0-9659000-3-4.
 - Word Lens. Quest Visual [online]. 2013 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z: <http://questvisual.com/us/>.
 - ZEZULA, Pavel. Future Trends in Similarity Searching. In GONZALO NAVARRO a VLADIMIR PESTOV, eds. *Proceedings of the Similarity Search and Applications: 5th International Conference, SISAP 2012 Toronto, ON, Canada, August 9-10, 2012 Proceedings*. Heidelberg: Springer, 2012. s. 8 - 24, ISBN 978-3-642-32152-8. doi:10.1007/978-3-642-32153-5_2.