



Závěrečná správa – TP Cup 2014

Tím: Tím č. 3 (Carlos)
Téma: Zábavný systém pre spolucestujúcich v automobile (AUTO)
Vedúci: Ing. Vanda Benešová, PhD.
Členovia: Bc. P. Polatsek, Bc. M. Petluš, Bc. J. Mercz, Bc. L. Sekerák, Bc. P. Hamar, Bc. R. Sabol
Web: <http://labss2.fiit.stuba.sk/TeamProject/2013/team03is-si/>
Kontakt: team03.1314@gmail.com

Abstrakt

Zábavné a informačné systémy sa stávajú čoraz častejšie súčasťou nášho života. Jedným z najmodernejších a pre človeka najprirodzenejších spôsobov interakcie je obohatená realita, kde reálny svet je doplnený o obrazové, textové alebo zvukové virtuálne prvky.

Rozšírená realita nám umožňuje veľmi jednoducho sprostredkovať turistické informácie o okolí počas jazdy automobilom alebo využiť realitu ako základ pre rôzne interaktívne hry. Automobil sa takýmto spôsobom môže stať interaktívnym turistickým sprievodcom alebo zábavným systémom.

Cieľom tohto projektu je zmeniť bočné okno automobilu na transparentnú projekčnú plochu, pomocou ktorej je reálny svet dopĺňaný o ľubovoľné virtuálne informácie so zábavným i náučným zámerom. Na okne auta nám tak vzniká rozšírená realita, ktorá nás informuje o našom bezprostrednom okolí.

Výsledkom projektu je prototyp interaktívneho systému pre obohatenú realitu pre spolucestujúceho v automobile s názvom Carlos. Na prezentáciu vygenerovaných informácií je použitý malý LED projektor spolu s transparentnou projekčnou fóliou, ktorá je pripevnená na bočné sklo automobilu. Aplikáciu môže používateľ ovládať veľmi jednoducho – prostredníctvom mobilného telefónu.

Základom našej aplikácie je rozoznávanie kamerou nasnímaných zaujímavých objektov. K takto detegovanému objektu doplní do reálnej scény nielen jeho názov, ale aj iné zaujímavé informácie. Napr. pri pamiatkach zobrazí históriu, otváracie hodiny a výšku vstupného. Výhodou našej aplikácie bude aj to, že nebude vyžadovať pripojenie na internet.

Carlos nepredstavuje len informačný, ale aj zábavný systém. Preto je súčasťou systému aj hra, ktorá využíva rozšírenú realitu. Účelom tejto hry je ovládať prostredníctvom mobilného telefónu lietadlo s cieľom udržať ho čo najdlhšie nad horizontom.

Implementácia systému zahŕňa viaceré algoritmy z oblasti počítačovej vízie, počítačovej grafiky a interakcie človeka s počítačom. Systém využíva viaceré periférie ako kameru na zachytenie snímok, zariadenie Kinect na sledovanie pozície hlavy, mobilný telefón s operačným systémom Android na získavanie aktuálnych GPS súradníc a na ovládanie celého systému a nakoniec projektor na zobrazenie virtuálnych informácií na sklo automobilu s transparentnou fóliou.



1. Opis problémovej oblasti a prehľad riešenia

Zábavné a informačné systémy sa stávajú čoraz častejšie súčasťou nášho života. Jedným z najmodernejších a pre človeka najprirodzenejších spôsobov interakcie je obohatená realita, kde reálny svet je doplnený o obrazové, textové alebo zvukové virtuálne prvky.

Rozšírená realita nám umožňuje veľmi jednoducho sprostredkovať turistické informácie o okolí pri jazde automobilom v reálnom čase alebo využiť realitu ako základ pre rôzne interaktívne hry. Automobil sa takýmto spôsobom môže stať interaktívnym turistickým sprievodcom alebo zábavným systémom.

Cieľom tohto projektu je zmeniť bočné okienko automobilu na transparentnú projekčnú plochu, pomocou ktorej bude reálny svet dopĺňaný o ľubovoľné virtuálne informácie so zábavným i náučným zámerom. Na okienku auta nám tak vznikne rozšírená realita, ktorá nás môže informovať o našom bezprostrednom okolí.

Výsledkom projektu je prototyp interaktívneho systému pre obohatenú realitu pre spolucestujúceho v automobile.

Na prezentáciu vygenerovaných informácií sa použije malý LED projektor spolu s transparentnou projekčnou fóliou, ktorá sa pripevní na bočné sklo automobilu. Aplikáciu používateľ ovláda veľmi jednoducho – prostredníctvom mobilného telefónu, pohybom alebo hlasom (obrázok č. 1).



Obrázok 1. Prehľad systému

Náš systém s názvom Carlos pozostáva z 2 základných režimov, ktoré predstavujú možnosti ako sa dá využiť rozšírená realita:

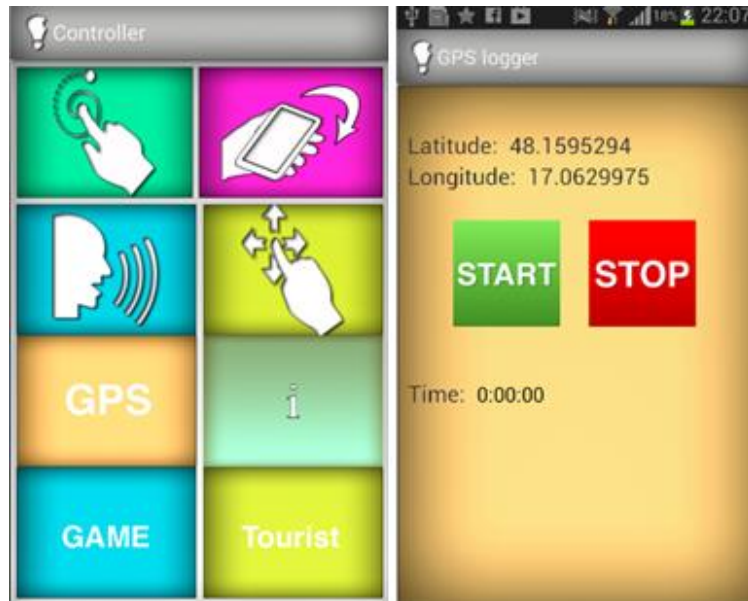
1. **Informačný** – zobrazovanie turistických informácií
2. **Zábavný** – hra Lietadlo

Základom nášho systému je rozoznávanie zaujímavých objektov nasnímaných kamerou v reálnom čase. K takto detegovanému objektu doplní do reálnej scény nielen jeho názov, ale aj iné zaujímavé textové informácie. Napr. pri pamiatkach zobrazí otváracie hodiny, výšku vstupného a základné historické informácie. Výhodou našej aplikácie bude aj to, že nebude vyžadovať pripojenie na internet, keďže všetky údaje o objektoch sú uložené v lokálnej databáze.

Carlos nepredstavuje len informačný, ale aj zábavný systém. Preto je súčasťou systému aj hra s názvom Lietadlo, ktorá využíva reálne prostredie. Účelom tejto hry je ovládať prostredníctvom mobilného telefónu lietadlo s cieľom udržať ho čo najdlhšie nad zdetegovaným horizontom.

Celý systém sa ovláda cez mobilné zariadenie so systémom Android (obrázok č. 2). Pomocou tejto aplikácie sa rovnako používateľ prepína medzi turistickou a hernou časťou systému.

Náš systém deteguje pomocou snímkov z kamery na aute objekty ako napr. pamiatky, reštaurácie, kaviarne a hotely. V rámci detekčnej fázy systém porovná snímky s využitím aktuálnej GPS pozície a internej databázy objektov záujmu. Detekcia začína so selekciou potenciálnych objektov, ktoré sa môžu na snímke zdetegovať. Z databázy sa vyberú tie objekty, ktoré sú v blízkosti GPS pozície získavanej v pravidelných intervaloch z mobilného zariadenia (obrázok č. 2 vpravo).



Obrázok 2. Obrazovky mobilnej aplikácie.

Následne sa vykoná detekcia objektov, ktorá spočíva v extrakcii príznakov a porovnaním *deskriptorov*, ktoré opisujú okolie kľúčových bodov (obrázok č. 3 vľavo). Výhodou je, že deskriptory sú vo väčšej miere invariantné voči zmenám jasu a deformácii obrazu. V našom systéme využívame SIFT deskriptory pre grafické karty NVidia s CUDA z knižnice SiftGPU. Na zrýchlenie celého procesu detekcie sú deskriptory pre objekty v databáze dopredu predpočítané a načítavané zo súboru. Po extrakcii deskriptorov z aktuálnej snímky okolia sa hľadajú zhody medzi touto snímkou a potenciálnymi objektmi.

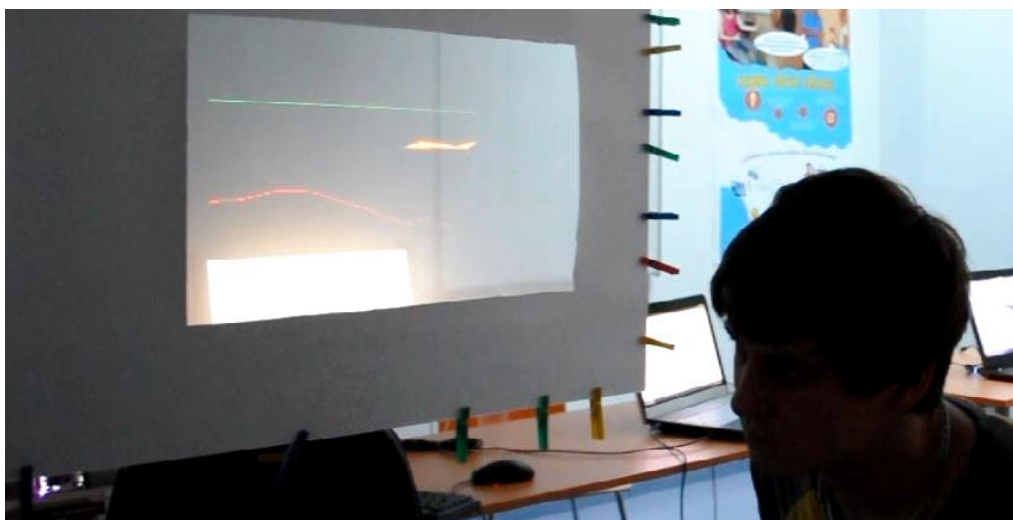
Po úspešnej detekcii objektov sa určí ich poloha na snímke pomocou *homografie* (obrázok č. 3 vpravo) s využitím tzv. RANSAC (RANDOM SAMPLE CONSENSUS) metódy.



Obrázok 3. Detekcia objektu pomocou deskriptorov a určenie jeho polohy s využitím homografie.

Kvôli správne mu zobrazeniu virtuálnych informácií na obrazovke využíva náš systém zariadenie Kinect. Pomocou video- a hĺbkovej informácie získanej z Kinect-u sa určí aktuálna pozícia hlavy používateľa, aby boli obrazové informácie zobrazené na skle automobilu čo najpresnejšie voči aktuálnemu pohľadu používateľa (obrázok č. 4).

Po úspešnej detekcii objektov na aktuálnej snímke sa zobrazí v hornom ľavom rohu informácia, že v okolí boli identifikované objekty. Používateľ si môže pomocou mobilnej aplikácie – stlačením príslušného tlačidla alebo hlasom zobrazit' názvy objektov, príp. základné informácie o týchto objektoch.

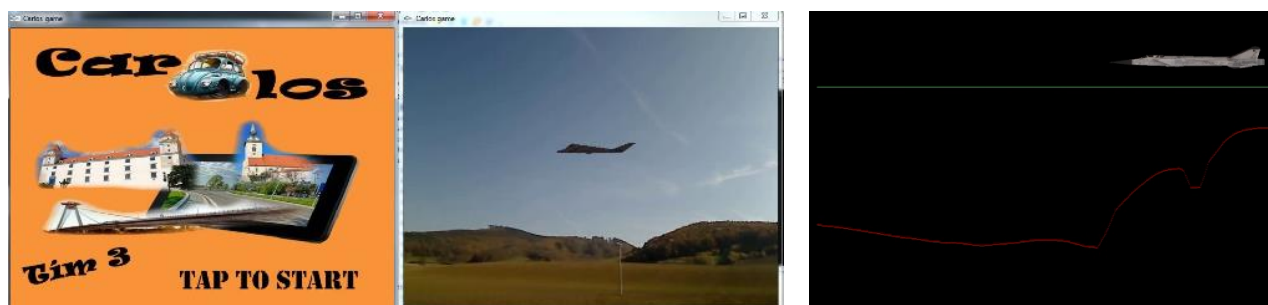


Obrázok 4. Posun zobrazených informácií na základe polohy hlavy.

Nakoniec sa po prepočítaní pozícií všetkých virtuálnych elementov zobrazia tieto turistické informácie v textovej alebo obrazovej podobe na bočnom skle automobilu pomocou projektoru.

Carlos rovnako ponúka aj leteckú hru, kde hráč musí udržať lietadlo nad horizontom (obrázok č. 5). Na detekciu horizontu je použitý hranový detektor *Canny*, ktorý na snímke určí oblasti oblohy (obrázok č. 6). Horizont je následne upravený tak, že sú z neho odstránené prudké zvýšenia, ktoré sú pravdepodobne spôsobené dopravnou značkou, príp. stromom.

V prípade pádu lietadla sa na obrazovke zobrazí dĺžka letu. Let lietadla je ovládaný jednoduchým nakláňaním mobilného zariadenia, príp. pohybom.



Obrázok 5. Ukážky z hry "Lietadlo".



Obrázok 6. Detekcia regiónov oblohy (biela farba).



2. Realizácia riešenia

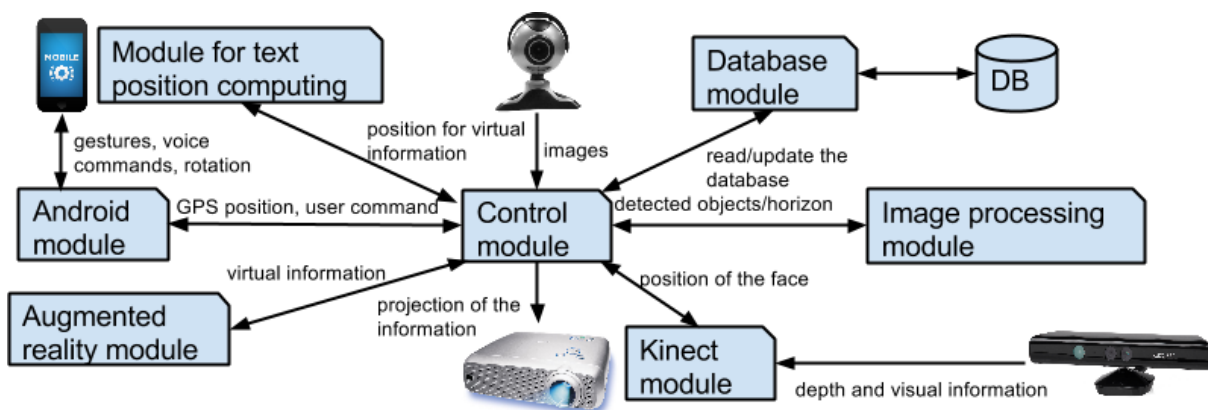
Na implementáciu riešenia využívame programovacie jazyky C/C++, Javu pre mobilnú platformu Android a knižnice OpenCV, OpenGL a Freenect. Implementácia systému zahŕňa viaceré algoritmy z oblasti *počítačovej vízie*, *počítačovej grafiky* a *interakcie typu človek-počítač*.

Náš systém Carlos využíva viaceré periférne zariadenia:

1. *kamera* na zachytenie snímok, ktoré budú následne spracované detekčnými algoritmami,
2. *Kinect* na sledovanie pozície hlavy pre správne umiestnenie virtuálnych elementov na obrazovke vzhľadom na aktuálny uhol pohľadu používateľa,
3. *mobilný telefón* s operačným systémom Android na získavanie aktuálnych GPS súradníc, ktoré sa využijú na selekciu objektov z databázy, ktoré sú v bezprostrednej blízkosti a na ovládanie celého systému,
4. *projektor* na zobrazenie virtuálnych informácií na sklo automobilu s transparentnou fóliou.

Náš systém pozostáva z viacerých modulov, ktorých štruktúru znázorňuje obrázok č. 7:

- **Riadiaci modul** predstavuje centrálny modul, ktorý spravuje a synchronizuje zvyšné moduly. Riadi ich vstupy a výstupy, prijíma snímky z kamery a zobrazuje virtuálne informácie cez projektor.
- **Modul spracovania obrazu** deteguje objekty a ich polohu na snímkach pomocou deskriptorov a určuje oblasti na snímke, ktoré zodpovedajú oblohe pomocou hranového detektora.
- **Modul Kinect** spracováva hĺbkovú a video informáciu z Kinect-u na určenie polohy hlavy.
- **Modul výpočítania polohy textu** vypočítava na základe informácie o polohe objektov na snímke a pozícii hlavy používateľa presné umiestnenie virtuálnych prvkov na skle automobilu.
- **Modul Android** predstavuje Java aplikáciu pre mobil s OS Android, ktorý ponúka rozhranie na ovládanie celého systému (hlas, rotácia zariadenia) a zároveň zaznamenáva aktuálnu GPS polohu.
- **Modul rozšírenej reality** generuje informácie, ktoré majú byť zobrazované cez projektor. Zároveň implementuje leteckú hru, ktorá využíva rozšírenú realitu.
- **Modul databázy** spravuje internú databázu objektov záujmu, ktoré obsahuje fotografie, GPS pozície, predpočítané deskriptory a základné informácie o objektoch.



Obrázok 7. Základná štruktúra nášho systému.



Výsledkom nášho projektu je funkčný prototyp systému pre spolujazdca s rozšírenou realitou. Prototyp obsahuje leteckú hru ako aj interaktívneho turistického sprievodcu.

Na testovanie sme mali k dispozícii počítač s grafickou kartou NVidia, zariadenie Kinect a sklo s transparentnou fóliou. Na simulovanie jazdy v automobile sme využili 2 projektory (obrázok č. 8). Jeden z nich zobrazoval doplnkové informácie na sklo a druhý premietal na stenu videozáznam „okolia“. Pomocou webkamery s 30 FPS sme si vytvorili 2 typy záznamov – v meste a mimo mesta.



Obrázok 8. Ukážka testovania systému.

V tomto simulovanom prostredí sme otestovali posúvanie zobrazovaných informácií voči aktuálnej zdetegovanej polohe hlavy. Na videosnímках mimo mesta bola odskúšaná hra Lietadlo a v rámci nej detegovanie horizontu a ovládanie lietadla mobilným telefónom. Mestské videá slúžili na testovanie turistického sprievodcu a rozpoznávania objektov.

Detekcia objektov si však vyžaduje ďalšie a dôkladnejšie testovanie, príp. úpravy v algoritme detekcie. Nesprávne rozpoznávanie objektov bolo väčšinou spôsobené vysokou podobnosťou objektov alebo nevhodnými fotografiami objektov, ktoré neobsahovali žiadne charakteristické rysy objektu, príp. veľkú časť snímky objektu tvorilo pozadie. Úspešnosť detekcie sa samozrejme znižovala v závislosti od natočenia snímaného objektu voči fotografii objektu v lokálnej databáze.

3. Zhrnutie

Primárnym cieľom nášho projektu bolo poukázať na možnosti, ktoré nám ponúka rozšírená realita, či už na edukačné alebo herné účely. Vytvorený prototyp by sa dal využiť nielen v automobiloch, ale aj iných dopravných prostriedkoch.

Rozšírená realita ponúka obrovské možnosti uplatnenia v interaktívnych systémoch. Modularita nášho systému umožňuje jednoduché rozšírenie o ďalšiu funkcionálnosť.

Jednou zo zamýšľaných funkcií, ktoré sa nestihli implementovať bola napríklad kvízová hra, kde by používateľ musel uhádnuť, ktorý objekt je v jeho okolí alebo zodpovedať na otázku, ktorá sa tohto objektu týka.

Vytvorené riešenie predstavuje len prototyp. Preto by sa v ďalších fázach projektu musel vyriešiť spôsob napájania a uloženia periférnych zariadení v automobile. Prototyp by sa dal po ďalších úpravách rovnako využiť aj ako systém pre vodiča, kde by sa rozšírená realita zobrazila na čelnom skle.