

Carlos - Car Entertainment System

Patrik POLATSEK, Martin PETLUŠ, Jakub MERCZ
Lukáš SEKERÁK, Peter HAMAR, Róbert SABOL*

*Slovak University of Technology in Bratislava
Faculty of Informatics and Information Technologies
Ilkovičova 2, 842 16 Bratislava, Slovakia
team03.1314@gmail.com*

Extended Abstract

Entertainment and information systems become the important part of our lives. One of the most modern and natural human-computer type of interaction is an *augmented reality* (AR), where a real-world environment is supplemented by virtual data, such as visual, textual and audio data.

Our aim is to create a prototype of an interactive system with a user-friendly interface for fellow travellers in a car designed for entertainment and educational purposes. The proposed system called *Carlos* changes a car side window into a *transparent projection screen* to supply the surrounding reality with the virtual information. The system creates an AR on a car window, due to which it can inform travellers about the immediate environment in real-time without the requirement of an Internet connection.

Carlos visualises the information on a side window with a transparent film using a small LED projector. The whole system is controlled using a mobile phone with gestures, voice commands or rotation of the device.

Carlos detects interesting objects such as sightseeing, restaurants and hotels on images captured by a camera mounted on a car. In the detection phase it compares the images using the actual GPS position and the internal database of objects of interest. The detection starts with the selection of potential objects close to the GPS position automatically received from a mobile phone. Subsequently the object detection is performed using the feature extraction and matching methods. After the successful detection the system computes the location of objects using the homography [1]. Due to proper displaying the information, Carlos works with Kinect device to detect the user's head position. Then the location of detected objects is recomputed in order to the precise placing of virtual information for the actual user's gaze at the window. Finally, Carlos projects on a window the basic tourist textual and visual information for detected objects.

Carlos is not only the information system, but also the entertainment system. It uses the object detection also for an educational game based on the answering a question related to the object. Another AR game is a flight game which aim is to keep a plane above the horizon as long as possible. In order to detect the horizon the system detects sky regions with an edge detection algorithm. The flight of a plane is controlled by simple gestures on a screen or rotation of a smartphone.

* Master study programme in field: Information Systems, Software Engineering
Supervisor: Dr. Vanda Benešová, Institute of Informatics and Software Engineering, Faculty of Informatics and Information Technologies STU in Bratislava

This presented system is implemented in C++ and Java language using OpenCV, OpenGL and Freenect library.

Our system consists of several modules which structure is presented in Figure 1:

- **Control module:** Each module is controlled by this single central module. The module manages other modules and their inputs and outputs. It receives images captured by camera and displays virtual information using a projector.
- **Image processing module** implements the object detection algorithm using feature descriptors. The module returns the position and name of detected objects on an image captured by a camera. The module also detects the horizon using the edge detection. The result of this detection is a map of sky regions.
- **Kinect module** processes video and depth information from Kinect device. It detects the face and computes its actual position.
- **Module of text position computing** calculates the correct position for projected virtual information according to the traveller's actual gaze using the position of detected objects and the position of the face.
- **Android module:** In contrast to other C++ modules, this module is implemented in a Java application for a smartphone with OS Android. The module contains the interface for controlling all Carlos applications. It implements 3 types of interaction - gestures, voice and rotation of the device and records the GPS location.
- **Augmented reality module:** The primary aim of AR module is to create the visual information projected using the projector. This module implemented 2 games. The first one is a quiz game which asks questions about detected objects. In another game a user controls a plane and tries to keep it above the detected horizon.
- **Database module** manages an internal database which contains photographs, GPS positions and essential information about objects.

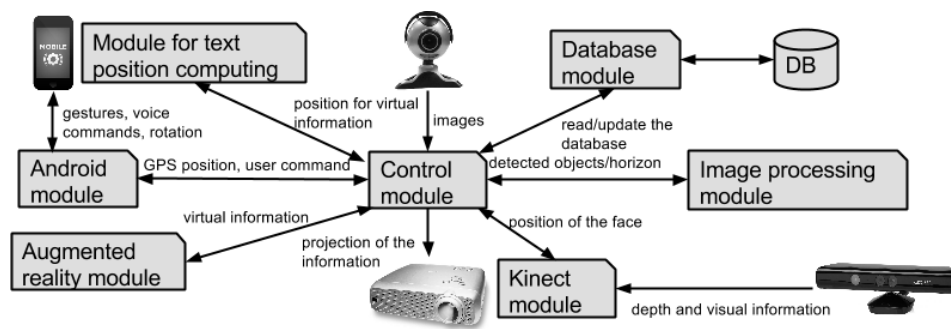


Figure 1. Structure of our system.

Acknowledgement: This project is partially supported by Volkswagen foundation.

References

- [1] Sonka, M., Hlavac, V., Boyle, R.: *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*. Thomson-Engineering, 2007.



Priebežná 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

1. Opis problémovej oblasti, definícia cieľov a očakávaných prínosov

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 projekt spolu s transparentnou projekčnou fóliou, ktorá sa pripevní na bočné sklo automobilu. Aplikáciu bude môcť používateľ ovládať veľmi jednoducho – pomocou hlasu, gest s mobilným telefónom a rotáciou zariadenia (obrázok č. 1).



Obrázok 1. Prehľad systému

2. Aplikácia Carlos

Základom našej aplikácie s názvom Carlos 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 i obrazové informácie. Napr. pri pamiatkach zobrazí otváracie hodiny, výšku vstupného a fotografie. Používateľ si na začiatku zvolí kategórie, na ktoré chce byť upozorňovaný ako napr. pamätihodnosti, reštaurácie a kaviarne. Výhodou našej aplikácie bude aj to, že nebude vyžadovať pripojenie na internet.

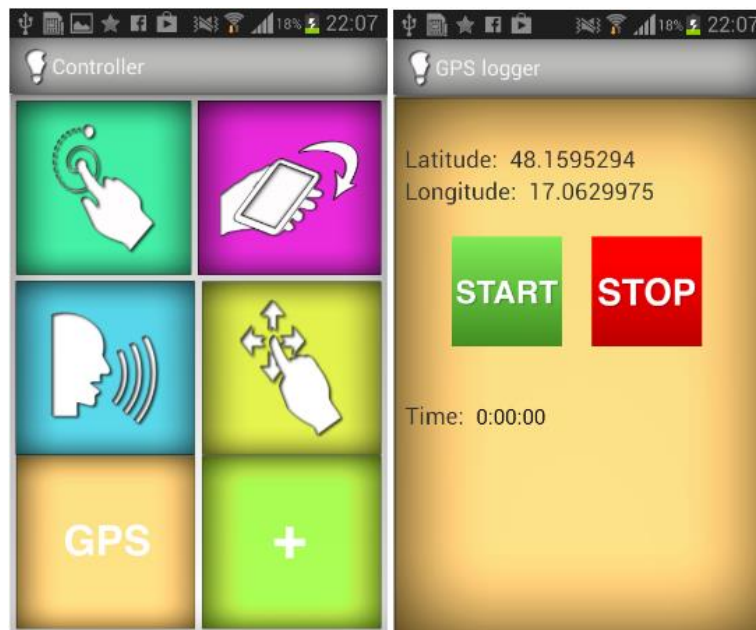
Carlos nepredstavuje len informačný, ale aj zábavný systém. Preto budú súčasťou systému 2 typy hier. Prvá z nich je vedomostná hra, ktorá spočíva v zodpovedaní otázky, ktorá sa bude týkať detegovaného objektu na snímke z kamery. Druhá hra využije reálne prostredie pre hru, ktorej účelom bude udržať čo najdlhšie lietadlo nad horizontom.



3. Prehľad 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*.

Celý systém sa bude ovládať cez mobilné zariadenie so systémom Android (obrázok č. 2).



Obrázok 2. Obrazovky mobilnej aplikácie.

Náš systém deteguje pomocou snímok 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).

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.

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

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.

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

Carlos nevyužíva informácie o zdetegovaných objektoch len v tomto virtuálnom „turistickom sprievodcovi“. Detekcia objektov sa využije aj v kvízovej hre, kde bude musieť používateľ zodpovedať na otázky o zdetegovaných objektoch.



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

Ďalšou z hier, ktoré Carlos ponúka je letecká hra, kde hráč musí udržať lietadlo nad horizontom (obrázok č. 4). Na detekciu horizontu je použitý hranový detektor *Canny*, ktorý na snímke určí oblasti oblohy (obrázok č. 5). Let lietadla je ovládaný jednoduchým nakláňaním mobilného zariadenia, príp. gestami.



Obrázok 4. Ukážky z hry "Lietadlo".



Obrázok 5. Detekcia regiónov oblohy (biela farba).

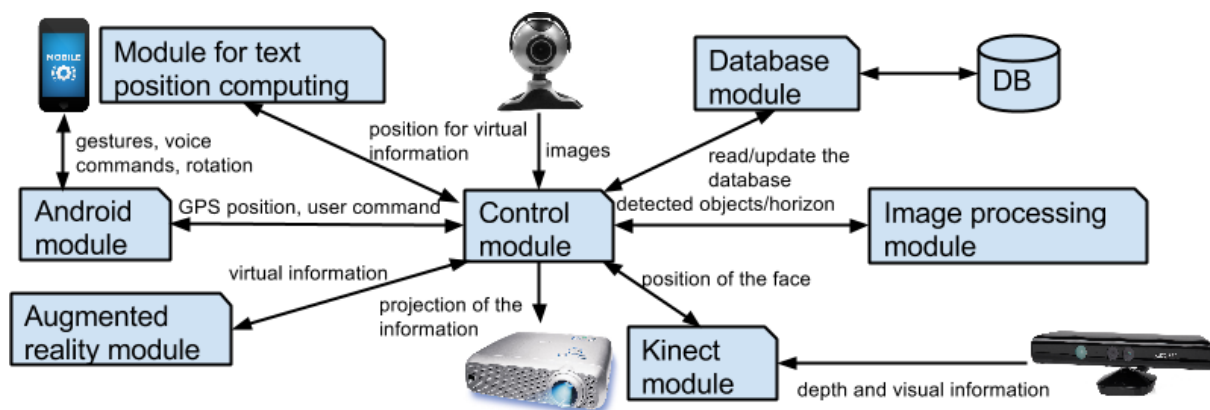
Náš systém Carlos využíva viaceré periférne zariadenia:

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. 6:

- **Riadiaci modul** predstavuje centrálny modul, ktorý spravuje 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.
- **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 (gestá, hlas, rotácia) a zároveň zaznamenáva aktuálnu GPS polohu.
- **Modul rozšírenej reality** generuje informácie, ktoré majú byť zobrazované cez projektor. Zároveň implementuje 2 typy hier, ktoré využívajú rozšírenú realitu – kvízovú a leteckú hru.
- **Modul databázy** spravuje internú databázu objektov záujmu, ktoré obsahuje fotografie, GPS pozície a základné informácie o objektoch.



Obrázok 6. Základná štruktúra nášho systému.

4. Zhrnutie súčasného stavu riešenia projektu a plán ďalšieho postupu

V prvom semestri sme sa zamerali na navrhnutie základnej štruktúry systému. Vytvorili sme jednotlivé moduly a implementovali ich základnú funkcionálnosť.

Spomínané moduly zatiaľ fungujú samostatne. Preto našou hlavnou úlohou bude všetky moduly zintegrovat' do spoločného systému. Funkcionálnosť modulov budeme vylepšovať, aby systém spoľahlivo a s čo najväčšou presnosťou rozoznával objekty a zobrazoval k nim virtuálne informácie pomocou projektora v reálnom čase. Moduly sa budú upravovať na základe testovacích dát, ktoré budú obsahovať videosekvencie spolu s GPS pozíciami.