

**icPoint**  
**Kandidát na najlepší multimedialny produkt**  
**roku 2007**

---

Mailový alias: [netrollers@gmail.sk](mailto:netrollers@gmail.sk)

December, 2006

Členovia tímu:

Bc. Michal Dobiš  
Bc. Vladimír Hlaváček  
Bc. Hoang Xuan Linh  
Bc. Michal Jajcaj  
Bc. Dušan Lamoš

## Zadanie

*Kandidát na najlepší multimedialny produkt roku 2007*

Počet tímov: 1

Vedúci tímu: Mgr. Alena Kovárová

Každý rok prebieha medzinárodná súťaž The EUROPRIX Top Talent Award (TTA). Je to súťaž multimedialnych produktov, ktoré vytvorili mladí ľudia, sú niečím nové, neobyčajné. Ide skrátka o to, vytvoriť niečo, čo tu ešte nebolo a dokáže to uchvátiť.

Cieľom projektu je navrhnúť a vytvoriť produkt, ktorý by bol dostatočne dobrý na to, aby sa uchádzal o nomináciu alebo dokonca o výhru v súťaži TTA07. Ešte pred návrhom je nevyhnutné spraviť si obraz o tom, aké produkty sa tejto súťaže zúčastňovali po minulé roky, vybrať kategóriu, v ktorej máme šancu uplatniť sa, či už preto, že v tíme je človek, ktorý ovláda nové technológie alebo preto, že daná kategória bola slabo zastúpená.

Fantázii sa medze nekladú, programovať môžete v čomkoľvek, podstatné je, aby to

- uchvátilo - bolo niečím nové,
- dobre fungovalo,
- dobre vyzeralo (preto v tíme musí byť aj človek, ktorý má cit pre dizajn),
- malo aj plne funkčnú ANGLICKÚ verziu!

Do módy v poslednej dobe prichádzajú programy, ktoré aj telesne postihnutým umožňujú pracovať s počítačom, či sa na ňom niečo učiť. Skúste svoje nápady orientovať týmto smerom, nie je to však nevyhnutné.

## Predslov

Každý z nás sa už určite prechádzal pod nočnou oblohou. Stačilo sa len pozrieť hore nad seba a videli sme Mesiac, planéty Slnecnej sústavy, hviezdy, pás Mliečnej dráhy, iné galaxie, kopy galaxií a súhvezdia. V určitých obdobiach padajú meteority, meteoritové roje a kométy prelietavajú okolo Zeme. Okrem prírodných objektov je na nočnej oblohe vidieť aj pomaly sa pohybujúce družice, vesmírne stanice ako ISS a dosť často aj lietadlá. Celkovo je možné voľným okom vidieť viac ako 2000 nebeských telies pri dobrých atmosférických podmienkach.

Pri pozorovaní nočnej oblohy vyvstáva množstvo otázok. Tieto otázky môžu byť filozofického charakteru, napríklad existuje niekde tam v diaľke inteligentný život? Kým k nám mimozemšťania neprídu alebo nepošlú signál, na podobnú otázku zrejme odpoveď nenájdem. Človek sa môže pýtať aj praktickejšie. Pre navigáciu je dôležitá otázka, kde je Polárka? Jej hľadanie sa učí už na základných školách a patrí k základným spôsobom určovania svetových strán. Čo však ostatné hviezdy? Ako ich nájsť, alebo ako nájsť súhvezdie, ktoré predstavuje naše astrologické znamenie? A zrejme už pračlovek si pri pozorovaní nočnej oblohy položil otázku „Čo sú vlastne tie biele bodky, ktoré vidím?“

Cieľom nášho projektu je vytvoriť aplikáciu, ktorá pomôže jednoducho zodpovedať otázky toho druhého typu. Chceme, aby používateľ nemusel hľadať hviezdy na hviezdnej mape alebo v počítači. Našou snahou je vytvoriť aplikáciu, v ktorej by určovanie hviezdy pracovalo pomocou ukazovadla. Vám bude stačiť len ukázať na nočnú oblohu cez sklo a odpovede dostanete.

Projekt vznikol ako kandidát na najlepší multimediálny produkt roku 2007 v súťaži EUROPRIX TTA v rámci predmetu Tvorba softvérového systému v tíme. Vedúcim projektu je Mgr. Alenka Kovárová a členmi tímu sú nasledovní študenti inžinierskeho štúdia v odbore Softvérové inžinierstvo: Michal Dobiš, Vladimír Hlaváček, Michal Jajčaj, Linh Hoang Xuan, Dušan Lamoš.

Predkladaná dokumentácia je rozdelená do dvoch častí. Prvá obsahuje dokumentáciu k projektu samotnému a je členená podľa jednotlivých fáz životného cyklu projektu. Druhá časť obsahuje dokumentáciu k riadeniu projektu, ponuku tímu, plán projektu, úlohy členov tímu a ďalšie smernice.

**icPoint**  
**Kandidát na najlepší multimedialny produkt**  
**roku 2007**

Projektová dokumentácia

## Obsah

Zadanie .....	2
Predslov .....	3
Obsah .....	1
0. Úvod .....	3
0.1. Skratky .....	3
1. Opis riešeného problému .....	6
1.1. Europrix TTA .....	6
1.2. Námety .....	7
1.3. Systém icPoint .....	8
2. Analýza problémovej oblasti .....	10
2.1. Existujúce astronomické programy .....	10
2.1.1. Stellarium .....	10
2.1.2. Celestia .....	10
2.2. Astronomické súradnicové systémy .....	11
2.3. Existujúce systémy pre pomoc pohybovo hendikepovaným osobám .....	14
2.3.1. Ovládanie počítača pohybom očí .....	14
2.3.2. Ovládanie počítača hlasovými povelmi .....	15
3. Analýza potrebných technológií .....	16
3.1. Algoritmy rozpoznávania obrazu .....	16
3.2. Astronomické katalógy .....	17
3.3. Ovládanie hlasom .....	18
3.4. Súčasné webové kamery .....	19
3.5. Kolaboratívne encyklopédie .....	20
3.6. Infračervené diaľkové ovládanie .....	21
4. Špecifikácia .....	23
4.1. Funkcionálne požiadavky .....	23
4.1.1. Hráči .....	24
4.1.2. Prípady použitia .....	24
4.2. Nefunkcionálne požiadavky .....	28
4.2.1. Bezpečnosť pre oči používateľov alebo ľudí v blízkosti .....	28
4.2.2. Softvérové požiadavky .....	28
4.2.3. Hardvérové požiadavky .....	29
4.2.4. Iné požiadavky .....	29
4.2.5. Požiadavky na rozhranie .....	29
4.3. Údaje v aplikácií .....	29
5. Hrubý návrh riešenia .....	30
5.1. Architektúra systému .....	30
5.1.1. Video source .....	31
5.1.2. Image processor .....	31
5.1.3. Star finder module .....	32
5.1.4. Coordinates module .....	32
5.1.5. App control module .....	33
5.1.6. Voice module .....	33
5.1.7. GUI .....	33
5.1.8. Star catalogue .....	33
5.1.9. Local MI database .....	34
5.1.10. Web service .....	35
5.1.11. Shared MI database .....	35

5.1.12. Web interface .....	36
5.2. Určovanie pozície hviezd .....	36
5.3. Návrh testov .....	39
6. Prototyp .....	41
6.1. Analýza rizík .....	41
6.2. Získavanie obrazu z kamery .....	41
6.3. Hľadanie bodu v obraze a výpočet azimutu a výšky .....	42
6.4. Určenie najbližšej hviezdy .....	44
6.4.1. Modul Coordinates .....	44
6.4.2. Modul Star Catalogue .....	45
6.4.3. Modul Star Finder .....	46
6.5. Ovládanie hlasom .....	47
6.6. Lokálna multimediálna databáza .....	48
6.6.1. Dostupné súborové databázy .....	48
6.6.2. Lokálna databáza .....	49
6.7. Zhodnotenie prototypu .....	50
7. Záver .....	52
Zoznam použitej literatúry .....	53
Príloha A. Technická dokumentácia .....	55
7.1. Hľadanie útvarov v obraze .....	55
7.2. Astronomické algoritmy .....	56
7.2.1. Prevod medzi súradnicovými sústavami .....	57
7.2.2. Katalóg hviezd a vyhľadávanie v katalógu .....	58

## 0. Úvod

Predkladaný dokument obsahuje projektovú dokumentáciu k softvérovému systému vytváranému v rámci predmetu Tvorba softvérového systému v tíme. Jeho cieľom je vysvetliť riešenie zadania s názvom Kandidát na najlepšie multimediálny produkt roku, ktorého výstup bude kandidátom do celoerópskej súťaže venovanej novým prístupom v oblasti multimédií *Europrix Top Talent Award* [1]. Navrhovaný systém predstavuje multimediálne riešenie pre amatérskych astronómov a bežných užívateľov, umožňujúce spoznávať hviezdnu oblohu intuitívnym spôsobom prostredníctvom ukazovania na hviezdy. Názov systému je icPoint.

Dokument je rozdelený do niekoľkých kapitol, ktoré zodpovedajú jednotlivým krokom riešenia projektu.

Prvá kapitola je venovaná opisu riešeného problému, obsahuje informácie o súťaži Europrix TTA, ďalej rôzne námety, ktoré neskôr neboli realizované a stručnú charakteristiku systému icPoint.

Ďalšia kapitola rozoberá analýzu problémovej oblasti, rozoberá existujúce riešenia v danej oblasti, a astronomické súradnicové systémy.

V tretej kapitole sú rozoberané technológie, potrebné pre realizáciu projektu.

Špecifikácii je venovaná štvrtá kapitola, v ktorej je podrobnejšie popísané správanie sa systému, ako aj ďalšie požiadavky naň.

Piata kapitola dokumentu obsahuje hrubý návrh riešenia, pričom popisuje predpokladanú štruktúru nami navrhovaného systému, konkrétne algoritmy a postupy využívané v aplikácii. Kapitulu uzatvára návrh akceptačných testov.

Šiesta kapitola sa zaoberá prototypom vybraných častí systému, popisuje ich funkcionality a venuje sa dôvodom výberu práve týchto častí systému pre prototypovanie.

K dokumentu je priložená technická dokumentácia prototypu.

### 0.1. Skratky

Skratka	Plný význam
DVD	Digital Versatile Disc, optické médium na ukladanie informácií
IR	Infrared, infračervené svetlo
FIR	Fast Infrared, štandard pre vysokorýchlostné infračervené prenosy
fps	frames per second, počet snímok za sekundu

GPL	General Public Licence, druh licencie pre šírenie a používanie softvéru
GUI	Graphical User Interface, grafické používateľské rozhranie aplikácie
ID	Identifikátor
IP	Internet Protocol, protokol, využívaný pre prenos dát na sieti Internet
IrCOMM	Infrared Communications Protocol, protokol pre bezdrôtovú komunikáciu pomocou infračerveného svetla
IrDA	Infrared Data Association, názov organizácie ako aj označenie skupiny protokolov pre komunikáciu pomocou infračerveného svetla
IrLAN	Infrared Local Area Network, protokol pre vytváranie počítačových sietí typu LAN na báze IR prenosov
IrLAP	Infrared Wireless Link Access Protocol, jeden z protokolov linkovej vrstvy komunikačného štandardu IrDA
IrLMP	IrDA Link Management Protocol, ďalší z protokolov linkovej vrstvy komunikačného štandardu IrDA
IrMC	Infrared for Mobile Communications, protokol pre IR komunikáciu mobilných zariadení
IrOBEX	Infrared Object Exchange, protokol používaný mobilnými zariadeniami pre výmenu objektov cez IR rozhranie
IrTran-P	Infrared Transfer Picture, protokol určený na prenos digitálnej fotografie cez IR rozhranie
ISS	International Space Station, medzinárodná orbitálna stanica
kbps	kilobits per second, kilobity za sekundu
LAN	Local Area Network, lokálna počítačová sieť
LED	Light-emitting diode, polovodičová elektronická súčiastka



	vyžarujúca úzkospektrálne svetlo
LLC	Logical Link Control, vrstva komunikačného protokolu, zabezpečujúca logické spojenie
MAC	Media Access Control, vrstva komunikačného protokolu, zabezpečujúca prístup k fyzickému prenosovému médiu
Mb	Megabit, jednotka dátového objemu
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions, rozšírenie dokumentov, obsahujúce popis obsahu dokumentu (metainformácia)
MS	Microsoft
PC	Personal Computer, osobný počítač
PDA	Personal Digital Assistant, mobilné zariadenie poskytujúce funkcie na prenos a spracovanie informácií
PHY	Physical Signalling Layer, najnižšia vrstva protokolu IrDA
SDL	Simple DirectMedia Layer, multiplatformová knižnica pre prácu s multimédiami a grafikou
SIR	Serial Infrared, štandard pre sériovú IR komunikáciu
TTA	Top Talent Award, medzinárodná súťaž multimediamiálnych produktov
USB	Universal Serial Bus, univerzálna sériová zbernica
VFIR	Very Fast Infrared, štandard pre vysokorychlostné infračervené prenosy
WWW	World Wide Web, celosvetová počítačová sieť (Internet)

# 1. Opis riešeného problému

V tejto časti dokumentu opisujeme kontext systému. Najzávažnejším a najpriamejším spojením je súťaž, do ktorej sa má vytváraný systém zapojiť. Prvá časť dokumentu preto predstavuje Europrix a vyzdvihuje najdôležitejšie vlastnosti projektu úspešného v konkurencii tejto súťaže. Druhá časť sa venuje námetom, ktorých realizáciu sme zvažovali v priebehu prvých týždňov semestra. Kapitulu uzatvára stručný opis zvoleného zadania systému, ktorý vyvíjame s cieľom úspešne reprezentovať fakultu v medzinárodnom zápole.

## 1.1. Europrix TTA

*The EUROPRIX Top Talent Award* [1] je európska súťaž pre študentov a mladých profesionálov, ktorí pracujú na inovatívnych projektoch v oblasti e-obsahu a návrhu. Pri vývoji sa môžu používať ľubovoľné multimédiá a platformy. Úlohou tímu, ktorý má záujem uspieť v tejto súťaži je vytvoriť a prezentovať skutočne originálny a pútavý produkt.

Súťaž Europrix poskytuje dostatočnú voľnosť pri výbere konkrétneho zamerania projektu. Realizuje sa v ôsmich kategóriách:

- Broadband/online,
- Offline/Interactive DVD,
- Mobile Contents,
- Games,
- Interactive Computer Graphics,
- Content Tools & Interface Design,
- Interactive Installations & Interactive TV,
- Digital Video & Animations.

Vo všetkých kategóriách sa kladie dôraz najmä na široké využitie najrôznejších multimédií, ktoré so sebou prinášajú rôzne inovatívne technológie. Rozhodujúcim kritériom úspešnosti na súťaži je preto výber témy projektu.

Výsledky minulých ročníkov súťaže ukazujú, že sa vyzdvihujú najmä nezvyčajné produkty, často zachádzajúce až na pokraj reálnej použiteľnosti. Je zreteľná snaha o motiváciu skúšať nové, doposiaľ neuplatnené nápady a technológie. Vzhľadom na multimediálnu

povahu projektov sa automaticky predpokladá kvalitne spracované grafické používateľské rozhranie. Súťažiaci vo všetkých kategóriách si ďalej musia uvedomiť, že v súčasnosti bežne používané rozhranie človek – počítač je príliš oklieštené. Medzi úspešnými produktmi boli značne zastúpené systémy s menej bežným vstupom, respektíve výstupom k používateľovi.

Zaujímavou adaptáciou výstupu bol napríklad projekt „Let them sing for you“, ktorý umožňoval skladať nové piesne iba zadaním textu. Jednotlivé slová vyberal z existujúcich piesní známych interpretov a spájal ich do jedného celku. Evidentne zaujalo netradičné poňatie DVD s názvom „Murphy’s loch“, v ktorom mohol používateľ prechodom medzi kapitolami meniť dej filmu.

Originálnym vstupom bývajú často hudobné nástroje, medzi ktoré sa podarilo v projekte „The ToneLadders“ zaradiť aj rebrík. Ďalším úspešným prispôbením vnímania počítača bolo ovládanie hry pomocou polohy postavy človeka v produkte „Kick as KUNG FU“, alebo vytváranie zvukových a obrazových efektov na základe tempa pohybu v projekte „Interactive Pojection System“. Nakoniec bežnému vnímaniu počítačov sa úplne vymyká projekt „Outerspace“, ktorý predstavoval umelou inteligenciou riadené robotické rameno správajúce sa ako domáce zvieratko.

Pomerne často boli zastúpené projekty používajúce nezvyčajný hardvér alebo bežný hardvér použije v jeho neobyčajnej aplikácii. Pre maximalizáciu pravdepodobnosti úspechu v súťaži je teda užitočné, keď projekt v príjemnom používateľskom rozhraní zaujímavým spôsobom prezentuje originálnu myšlienku, pričom využíva ľahko dostupné hardvérové prostriedky netradičným spôsobom.

## 1.2. Námety

Počas prvých týždňov prác na projekte sme rozoberali viaceré smery, ktorými by sa mohol projekt uberať a postupne sme ohraničovali jeho finálnu podobu.

Prvotný nápad bol zameraný na podporu audiovizuálnej komunikácie medzi ľuďmi. Cieľovou skupinou pre tento nápad mali byť predovšetkým študenti a vyučujúci na každom stupni od škôlky až po doktorandov. Systém mal umožňovať rôzne možnosti vzdelávania sa na diaľku. Primárnou by bola komunikácia pomocou obrazu a zvuku, ďalej zdieľaná tabuľa, na ktorú by mohli používatelia zapisovať svoje myšlienky a tak ich zdieľať s ostatnými, podporné funkcie na prevod hovorenej reči do textu a rôzne iné rozšírenia.

Ďalším návrhom bolo vytvorenie multimedialnej domácnosti. Cieľom malo byť umožnenie používateľovi ovládať domáce spotrebiče novou, netradičnou formou pomocou špeciálneho headsetu s laserovým ukazovadlom. Ovládanie by sa uskutočňovalo dávaním

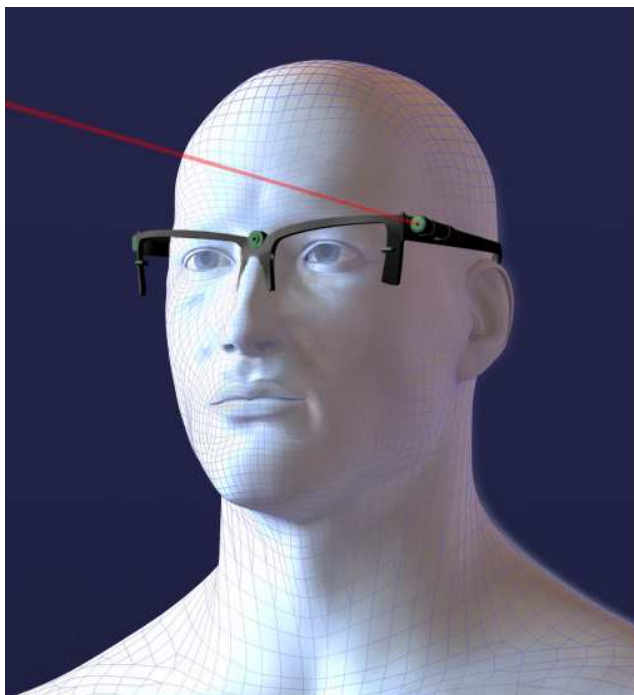
povelov žmurkaním očí, ktoré by boli snímané kamerou, alebo iným podobným zariadením schopným zachytiť žmurknutie oka. Následne by na základe preddefinovaných povelov mohol používateľ ovládať ten spotrebič, na ktorý by aktuálne mieril ukazovadlom. Samotné ovládanie spotrebičov by sa dialo vysielaním infračervených signálov zo zariadenia pripojeného k počítaču. Tento námet však postupne so sebou prinášal viaceré problémy, ktoré nezapadali do rozsahu projektu. Išlo najmä o problém detekcie žmurkania používateľa, pri ktorom by bolo potrebné použiť ďalšiu kameru, ako aj vysielanie infračervených signálov domácim spotrebičom. Infračervené zariadenia na osobných počítačoch a notebookoch nie sú kompatibilné s tými pre domáce spotrebiče. Oba tieto problémy boli viac hardvérového charakteru, preto bolo od tohto zámeru upustené.

Po zamietnutí nápadu multimedialnej domácnosti sme sa ďalej venovali iným možnostiam využitia laserového ukazovadla a kamery. Tieto dva nástroje sme považovali za zaujímavé, preto sme aj naďalej rozmýšľali nad inými možnosťami ich využitia. Vznikli rôzne nápady ako napríklad využiť laserové ukazovadlo na simuláciu hrania na virtuálnej gitare alebo kreslenie pomocou ukazovadla na virtuálne plátno, ktoré by bolo snímané kamerou a nakreslený "obraz" by bol prenášaný do počítača. Cieľom oboch týchto nápadov bolo umožniť používateľovi učiť sa hrať na gitare, respektíve kresliť.

Konečná myšlienka, ktorá nakoniec udáva cieľ projektu, má tiež náučný charakter a otvára nové možnosti pohľadu na nočnú oblohu.

### 1.3. Systém *icPoint*

*icPoint* je astronomický systém pre amatérskych pozorovateľov nočnej oblohy. Základnou ideou je, že používateľ otočením hlavy udá smer, ktorým sa pozerá. Jeho názov predznamenáva celú jeho funkcionálnosť - čítaný s anglickou výslovnosťou znamená „*vidím bod*“ a ak sa *c* chápe ako skratka z *control* získame „*kontrolujem bod*“. Bodom, ktorý používateľ vidí je typicky červená bodka z laserového ukazovadla umiestneného na jeho hlave [Obr. 1]. Otočením hlavy spôsobí pohyb bodu v priestore okolo neho.



**Obr. 1 Ukazovadlo na hlave používateľa**

Z pohľadu používateľa systém pozostáva len z webovej kamery pripojenej k prenosnému počítaču, ktorá slúži na nájdenie bodu z ukazovadla. Pri pohľade cez okno, sklo na konferenčnom stolíku, alebo iný priehľadný materiál, rozpoznáva *icPoint* smer pohľadu a poskytuje multimediálne informácie o nebeskom telese, na ktoré sa používateľ pozerá. Umožňuje tak dozvedieť sa pohodlným spôsobom vedecké údaje o každom, voľným okom viditeľnom nebeskom telese. Každý človek môže taktiež napomôcť pri vytváraní spoločnej kolaboratívnej encyklopédie obsahujúcej nie len odborné, ale aj iné zaujímavé údaje o Mesiaci, planétach, hviezdach a súhvezdiach. Príkladom môžu byť najrôznejšie mýty a legendy zo všetkých kútov sveta, do počúvania ktorých sa možno ponoriť pri pozeraní na nočnú oblohu posiatu hviezdami.

Začínajúcim nadšencom - astronómom poskytuje *icPoint* možnosť navigácie k zvolenému nebeskému telesu, prípadne umožňuje preskúšanie schopnosti určovania hviezd. Pri pohľade hlavou smerom k displeju počítača môže používateľ jednoducho ovládať kurzor myši, kedy jej želanú polohu určuje červený bod z ukazovadla. Maximálne pohodlie je dosahované umožnením hlasového ovládania celej aplikácie.

## 2. Analýza problémovej oblasti

V tejto kapitole sa nachádza analýza problémovej oblasti vyvíjaného systému. Prvá časť sa venuje existujúcim populárnym programom pre astronómov. V druhej časti kapitoly uvádzame používané astronomické súradnicové systémy, ktoré sú základom pri určovaní nebeských telies. Nakoľko systém icPoint poskytuje alternatívne ovládanie počítača využiteľné aj pre pohybovo hendikepovanými osobami, kapitolu uzatvára analýza existujúcich systémov z tejto oblasti.

### 2.1. Existujúce astronomické programy

Astronómia je oblasť pre vedu aj snílkov. Existuje preto množstvo veľmi precíznych a veľa pútavých programov. Pre podrobnejšiu analýzu sme zvolili dva, ktoré spájajú exaktnosť vedy a príjemnosť zaujímavého grafického podania. Oba majú navyše otvorené zdrojové súbory a možno ich neskôr použiť aj v iných projektoch.

#### 2.1.1. Stellarium

Ide o program, ktorý simuluje pohľad na hviezdnu oblohu z ľubovoľného miesta na zemi [2]. Ide vlastne o planetárium v počítači. Zobrazuje vyše 120 tisíc hviezd z katalógu Hipparchos, planéty s mesiacmi a iné objekty na oblohe. Dokáže realisticky simulovať hviezdnu oblohu s atmosférou aj bez nej. Zvolenú oblasť oblohy je možné približovať podľa požiadaviek používateľa.

Program zobrazuje informácie o hviezdach ako meno, jasnosť, pozíciu v horizontálnej a ekvatoriálnej súradnicovej sústave. Umožňuje zobrazit' súhvezdia aj s ich kresbami. Ovládanie programu je realizované myšou, prípadne klávesovými skratkami. Okrem toho je možné používať skripty, napríklad pre zobrazenie zatmenia slnka alebo mesiaca. Umožňuje aj priamo ovládať ďalekohľad pripojený k počítaču. Program je veľmi pekne graficky spracovaný, okrem štandardného obrázku zeme je možné stiahnuť ďalšie. Ide o open source uvoľnený pod licenciou GPL, existuje vo verziách pre MS Windows, Linux a prípadne ďalšie. Pre zobrazovanie grafiky používa knižnicu SDL.

#### 2.1.2. Celestia

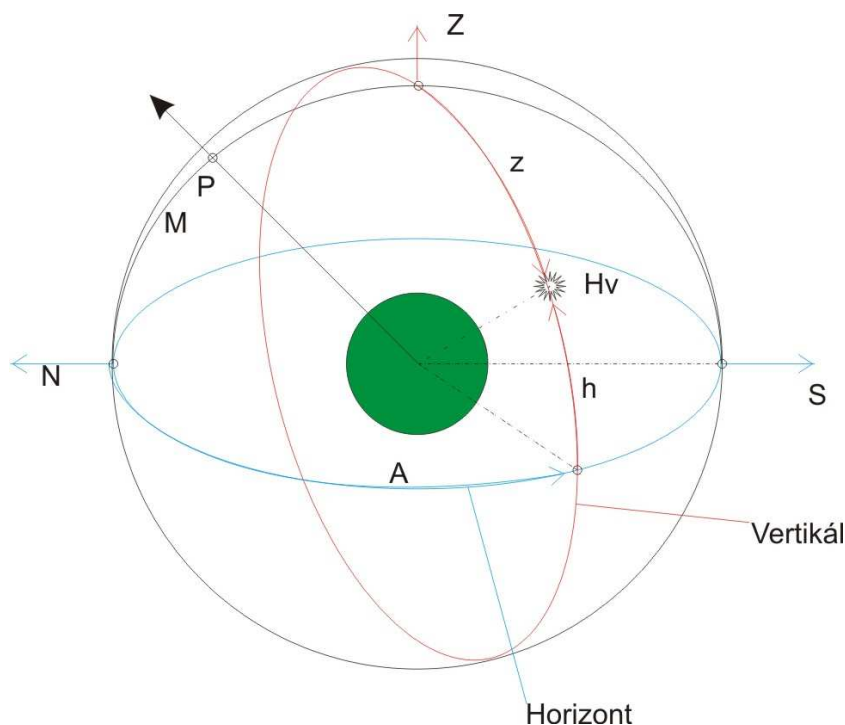
Tento program [3] nie je zameraný na simuláciu astronomických pozorovaní. Miesto toho umožňuje veľmi efektívne vizualizácie objektov v slnečnej sústave a v celej galaxii v 3D prostredí. V programe sa na ovládanie používa najmä myš. Umožňuje otáčať sa okolo vlastnej

osi a prechádzať medzi jednotlivými objektmi. Je možné zobrazit' si obežné dráhy planét, spojnice hviezd pre súhvezdia a názvy jednotlivých objektov. Program tiež umožňuje kontrolu času ľubovoľným smerom.

Dôležitou súčasťou programu je katalóg objektov, ktorý umožňuje rýchlo prejsť na niektorý objekt v ňom a zobrazí ho v 3D projekcií. Okrem planét, mesiacov, hviezd a iných prírodných telies katalóg obsahuje napríklad aj družice a vesmírne stanice (ISS, Hubble). Do Celestie je možné jednoducho stiahnuť ďalšie objekty pre túto databázu, textúry pre planéty a dokonca niektoré fiktívne objekty (k dispozícií sú napríklad objekty zo seriálov a filmov). Tiež je možné používať skripty pre navigáciu. Podobne ako Stellarium ide o open source program (GPL) s verziami pre viaceré operačné systémy a s množstvom doplnkov.

## **2.2. Astronomické súradnicové systémy**

Pozícia nebeských telies sa určuje vo viacerých súradnicových sústavách [4]. Horizontálna súradnicová sústava vychádza z pozície pozorovateľa. Poloha hviezdy sa určuje na takzvanej nebeskej sfére, čo je guľová plocha, na ktorú sa hviezdy premietajú ako body. Základnou rovinou je horizontálna rovina [Obr. 2], kolmá na smer tiaže daného miesta. Pretína nebeskú sféru v najväčšej kružnici – horizonte. Druhou základnou kružnicou je meridián, najväčšia kružnica kolmá na horizont, prechádzajúca zenitom, nadirom a svetovým pólom. Najväčšie kružnice, ktoré prechádzajú zenitom a nadirom sú vertikálne kružnice. Nulovým bodom horizontálnej súradnicovej sústavy je severný bod N, od ktorého sa meria azimut smerom na juh cez východný bod až po vertikálnu kružnicu prechádzajúcu hviezdou. Tiež sa môže merať od južného bodu. Druhá súradnica je výška hviezdy, ktorá sa meria od horizontu po vertikálnej kružnici smerom k hviezde, kladne k zenitu, záporne k nadiru.

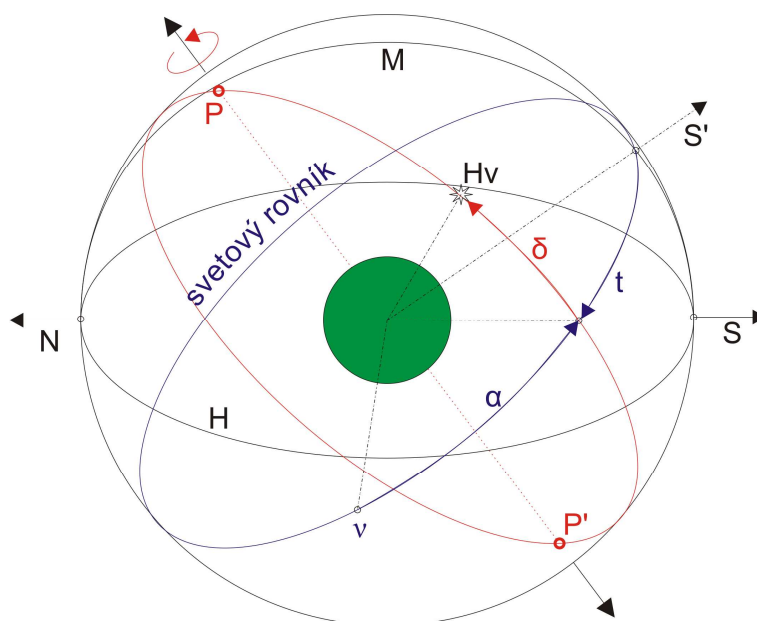


**Obr. 2 Nebeská sféra**

A – azimut, h – výška, z – zenitová vzdialenosť, Z – zenit, S – južný bod,  
N – severný bod, P – svetový pól, M – meridián, Hv – hviezda.

Pri rovníkovej súradnicovej sústave [Obr. 3] je základnou rovinou rovina zemského rovníka, ktorá pretína nebeskú sféru v najväčšej kružnici (svetový rovník). Pólmi sú priesečníky rotačnej osi Zeme s nebeskou sférou – severný svet. pól P a južný svet. pól P'. Druhou základnou kružnicou je meridián (pevná rovníková s. s.), alebo aj najväčšia kružnica prechádzajúca pólmi a jarným bodom. Jedna súradnica je deklinácia  $\delta$ , čo je uhlová vzdialenosť nebeského telesa od rovníka meraná pozdĺž najväčšej kružnice prechádzajúcej pólmi a telesom (deklinačná kružnica). Deklinácia sa vyjadruje v stupňoch kladne smerom k severnému pólu, záporne k južnému. Druhou súradnicou je uhlová vzdialenosť deklinačnej kružnice meraná pozdĺž rovníka od meridiánu (hodinový uhol  $t$ ) alebo od jarného bodu (rektascenzia  $\alpha$ ). Vyjadrujú sa v stupňoch, alebo v časovej miere od  $0^h$  do  $24^h$ . Poloha meridiánu na nebeskej sfére závisí od času a od zemepisnej polohy. Deklinácia hviezdy sa pri dennom pohybe nemení, lebo hviezdy opisujú na oblohe kružnice rovnobežné s rovníkom. Pri určovaní hodinového uhlu je potrebné teda udať aj čas pozorovania a zemepisnú šírku stanovišťa. Rektascenzia je od polohy a od času nezávislá, počíta sa od jarného bodu v proti dennému pohybu oblohy až k deklinačnej kružnici hviezdy. Rektascenziu a hviezdny uhol spája hviezdny čas, ktorý je definovaný ako hodinový uhol jarného bodu. Táto súradnicová sústava sa používa pre určenie polohy hviezd v hviezdnych katalógoch a hviezdnych mapách.

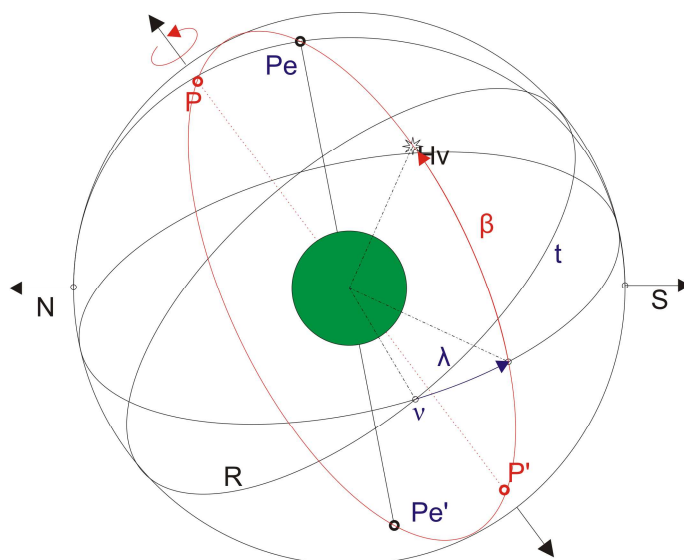




**Obr. 3 Rovníková súradnicová sústava**

P – severný svetový pól, P' – južný svetový pól,  
 H – horizont, M – meridián, Hv – hviezda,  
 $\alpha$  – rektascenzia,  $\delta$  – deklinácia, t – hodinový uhol

Pri ekliptikálnej súradnicovej sústave [Obr. 4] je základnou rovinou rovina obežnej dráhy Zeme okolo Slnka – rovina ekliptiky so severným  $P_e$  a južným  $P_e'$  pólom. Druhou základnou kružnicou je najväčšia kružnica na sfére, prechádzajúca pólmi ekliptiky a jarným bodom. Jarný bod je jeden z priesečníkov rovníka s ekliptikou, druhý je jesenný bod. Tieto body sa nazývajú aj body rovnodennosti, ekvinokciálne body. Ekliptikálna šírka  $\beta$  sa meria pozdĺž šírkovej kružnice telesa od ekliptiky po teleso, kladne smerom k severnému pólu ekliptiky, záporne smerom k južnému. Vyjadruje v stupňoch od  $0^\circ$  po  $90^\circ$ . Ekliptikálna dĺžka  $\lambda$  sa meria od jarného bodu k šírkovej kružnici telesa po ekliptike od  $0^\circ$  po  $360^\circ$  v smere zdanlivého pohybu Slnka. Ekliptikálne súradnice spolu so sklonom ekliptiky (pre Zem  $\varepsilon = 23^\circ 27'$ ) jednoznačne určujú polohu nebeského telesa vzhľadom na ekliptiku. Používa sa najmä na určenie polohy telies v slnečnej sústave.



**Obr. 4 Ekliptikálna súradnicová sústava**

Pe, Pe' – póly eklíptiky,

$\beta$  – eklíptikálna šírka,  $\lambda$  – eklíptikálna dĺžka, R – svetový rovník

V dôsledku zmien vyvolávaných precesiou a nutáciou sa polohy základných rovín eklíptikálnej a rovníkovej súradnicovej sústavy menia v priestore. Preto je pri ich určovaní potrebné uviesť epochu alebo ekvinóciem, na ktoré sa vzťahujú (napr. na zač. roka 2000).

## 2.3. Existujúce systémy pre pomoc pohybovo hendikepovaným osobám

Keďže veríme, že naša aplikácia je úplne nová, tak v tejto časti len analyzujeme niektoré, jej podobné produkty. Budeme analyzovať dva typy produktov, a to produkty ovládané očami a produkty ovládané hlasom.

### 2.3.1. Ovládanie počítača pohybom očí

Z produktov ovládaných očami budeme analyzovať tri existujúce systémy, a to počítač Iriscom, zariadenie Look Device a počítač MyTobii10.

Iriscom [5] je počítač, ktorý umožňuje ovládanie očami namiesto myši na základe pohybu zrenice. Používateľovi je umožnené písať text poskytnutou virtuálnou klávesnicou. Kliknutie myši sa vykonáva pomocou žmurknutia. Na detekciu pohybu očí sa používa jediná kamera pripojená k počítaču. Výhoda toho počítača je, že umožňuje nevidiacim ovládať počítač očami. Jeho nevýhody zahŕňujú vysokú cenu (cca. 6000 eur) a variabilitu výsledku v rôznych svetelných podmienkach.

Look Device [6] predstavuje okuliare, ktoré umožňujú hendikepovanej osobe prezerat' web pomocou očí. Na týchto okuliaroch je umiestnených niekoľko senzorov na detekciu pohybu očí. Výhodou toho zariadenia je takisto umožnenie ovládania počítača nevidiacim očami a zároveň možnosť ovládať počítač na diaľku. Jeho nevýhodou je relatívna nepríjemnosť použitia pre používateľa a skutočnosť, že systém zatiaľ funguje len v laboratórnych podmienkach a ešte nebol aplikovaný v praxi.

MyTobiiP10 [7] predstavuje riešenie podobné systému Iriscom. Základným rozdielom je, že kliknutie myši sa realizuje zameraním zraku na vybraný objekt určitú dobu, pričom táto doba sa dá užívateľsky nastaviť. Nevýhoda toho systému spočíva takisto v jeho cene, ktorá predstavuje 17000 USD.

### **2.3.2. Ovládanie počítača hlasovými povelmi**

Z produktov ovládaných hlasom budeme analyzovať program Vspeech [8], ktorý umožňuje používateľovi hlasom ovládať počítač. Ponúka možnosti ako spustenie vybranej aplikácie hlasovým povelom, ovládanie menu programu prostredníctvom hlasu a ovládanie systémových príkazov. Okrem týchto funkcií systém v aplikácii Internet Explorer automaticky listuje možné odkazy na stránke a používateľ si môže vybrať odkaz a presunúť sa na cieľovú stránku vyslovením hlasového príkazu. VSpeech taktiež umožňuje používateľovi vytvoriť svoj slovník a naučiť systém na svoj hlas aby ho program bol schopný rozpoznať.

Výhoda tohto programu je celkom zrejmá. Umožňuje používateľovi vhodným spôsobom ovládať počítač hlasom. Ponúka veľa funkcií pre využitie. Jeho hlavnou výhodou je však skutočnosť, že je zadarmo.

Nevýhoda spočíva v tom, že rozpoznávanie hlasu nie je celkom presné. Navyše je program pomerne pomalý.

## 3. Analýza potrebných technológií

V tejto kapitole sa venujeme zhodnoteniu dostupných technológií, algoritmov a prostriedkov, ktoré hrajú kľúčovú úlohu v navrhovanom systéme. Poskytujeme prehľad algoritmov hľadania útvarov v obraze, charakteristiku dostupných astronomických katalógov, analýzu technológie ovládania hlasom a v štvrtej časti kapitoly uvádzame schopnosti súčasných webových kamier. V piatej časti študujeme prínos kolaboratívneho vytvárania databáz. Kapitola končí skúmaním možností realizácie infračerveného diaľkového ovládača na domáce spotrebiče. Táto technológia bola kľúčovou pre jeden z našich námetov v začiatkoch semestra a mohla by byť neskorším rozšírením existujúceho systému.

### 3.1. Algoritmy rozpoznávania obrazu

Hľadanie útvarov v obraze patrí k problémom, ktoré sú ľahko riešiteľné človekom. Realizácia takéhoto hľadania presným algoritmom spustiteľným na počítači je však netriviálna úloha. Jediným vstupom popisovaného algoritmu je dvojrozmerné pole bodov udávajúcich farbu na danej pozícii.

Základným prístupom k riešeniu problematiky hľadania útvarov v obraze je identifikácia súvislých oblastí približne rovnakej farby. Pri prechode jednotlivými pixlami sa zvyšujú hodnoty na tých pozíciách, ktoré susedia s odlišnou farbou a znižujú tým, ktorých okolie je s nimi zhodné. Uvedeným postupom sa vytvorí mapa hrán v obraze a segmentáciou sa získava zoznam adeptov na hľadané objekty. Nedostatkom tejto metódy je, že hľadané útvary sú často zmesou rôznych farieb.

Vylepšenie predstavujú algoritmy schopné nájsť útvary s podobnými znakmi. Klasifikácia útvarov sa realizuje počas dlhotrvajúceho tréningu poskytovaním pozitívnych a negatívnych príkladov hľadaného obrazca [9]. Prezretie poskytnutého obrázku a identifikácia útvarov podobných pozitívnym príkladom býva už pomerne rýchle a môže byť používané aj v systémoch reálneho času. Využitie je takmer neobmedzené – určovanie, čo počítač vidí umožňuje dokonca rozpoznávanie gest rúk, alebo hľadanie tvárí v obraze. Napriek sile takýchto algoritmov, nie sú príliš vhodné na hľadanie bodu dopadu svetelného lúča s laserového ukazovadla. Príčinou je, že takýto útvar nadobúda tvary od príjemnej kružnice až po úplne rozťahnutú elipsu zaznamenanú kamerou skôr ako obdĺžnik. Farba a tvar tohto bodu taktiež značne závisí od pozadia, na ktoré ukazovadlo svieti.

Druhým princípom hľadania útvarov je porovnávanie dvoch obrazov. Ak máme možnosť získať obrázok pozadia, na ktorom nie je žiadny hľadaný útvar, môžeme využiť

princípy používané pri detekcii pohybu. Pred spustením samotného algoritmu sa oba obrázky sa prevedú do čiernobieleho formátu. Následne možno jednoduchým porovnaním aktuálneho obrazu z kamery s pozadím vytvoriť dvojrozmerné binárne pole, kde na pozícií  $(x,y)$  je 1 ak zmena pixla na danej pozícií aktuálneho obrazu oproti pixlu z obrázka pozadia je väčšia ako daný prah (minimálna zmena). Nakoľko v súčasných kamerách sa stáva, že farba niektorého pixla sa zmení aj bez relevantnej zmeny v snímanom priestore, značným problémom je redukcia šumu. S cieľom zamedziť takémuto objavovaniu falošných pozitívnych nálezov zmien sa bežne ako relevantná hodnota berie až priemer susedných bodov v obraze (typicky osmice pixlov). Použitím tejto metódy sa často odstránia aj malé zmeny, medzi ktoré bohužiaľ vo väčšine prípadov patrí aj bod z ukazovadla a preto je toto vylepšenie metódy pre navrhovaný systém nevhodné. Jej funkcionality sa však dá dosiahnuť aj tak, že v nájdenom objekte vypočítame jeho veľkosť a ak je menšia ako stanovený minimálny rozmer detekovaného objektu, bude sa ignorovať.

Vo výstupe popísaného algoritmu je ďalej potrebné identifikovať okraje súvislých oblastí. Pre tento účel je použiteľná napríklad knižnica OpenCV [10] primárne zameraná na hľadanie útvarov v statickom obraze (úvodné odseky tejto kapitoly). Okrem najrôznejších implementácií algoritmov rozpoznávania obrazu poskytuje aj metódy schopné nájsť popis vonkajšieho okraja oblasti v dvojrozmernom binárnom poli, ktorý je výstupom prvej časti algoritmu založenom na porovnaní aktuálneho obrazu a pozadia. Zo získaného poľa pozícií definujúcich vonkajšie okraje zmenených oblastí možno výpočtom priemeru získať stredy oblastí, ktoré predstavujú hľadané body z ukazovadla.

Ďalšou úlohou, ktorú treba v systéme icPoint riešiť je nájdenie monitora. V tomto prípade je možné dočasne zmeniť celý obraz na monitore, čo vyvolá zmenu oproti pozadiu a možno použiť identickú metódu ako je popísaná vyššie. Nakoľko treba identifikovať štvoruholník ako priemet obdĺžnika monitora do obrazu kamery, je nutné rozpoznať štyri vrcholy zmenenej oblasti. Na získanom poli pozícií definujúcich vonkajší okraj zmenenej oblasti, teda na okraj obrazu monitora treba aplikovať vzdialenostnú funkciu – počítať vzdialenosť stredy oblasti od jednotlivých bodov okraja. Hľadané body sa nachádzajú v 4 lokálnych maximách tejto funkcie.

### 3.2. Astronomické katalógy

Katalóg hviezd je usporiadaný zoznam hviezd, ktorý obsahuje informácie o hviezdach. Zvyčajne obsahujú strednú polohu hviezd, obyčajnú a zdanlivú hviezdnu veľkosť, radiálnu rýchlosť, vlastný pohyb, spektrálnu triedu, paralaxu a iné. Katalógy obsahujúce polohu hviezd

na sfére sa nazývajú pozičné katalógy. Zvyčajne sa nové katalógy zostavujú už s existujúcich alebo priamym pozorovaním. Pri porovnávaní hodnôt z katalógov je potrebné zohľadniť precesiu.

Súčasný hviezdny katalóg sa podľa presnosti delia na fundamentálne, pásmové a prehľadové. Vo fundamentálnych katalógoch sú čo najpresnejšie absolútne polohy a vlastné pohyby pomerne malého počtu hviezd, získané z mnohých pozorovaní. Tieto katalógy slúžia ako základ pre určenie polohy hviezd v ročenkách a iných katalógoch. Pásmové katalógy obsahujú presné relatívne pozície hviezd nadviazané na polohy hviezd fundamentálnych katalógov. Prehľadové katalógy obsahujú veľký počet hviezd do určitej hviezdnej veľkosti s menšou presnosťou než v predchádzajúcich katalógoch. Sú vhodné na identifikáciu hviezd a na štatistické práce. Verejne prístupné katalógy je možné nájsť napr. v [11].

Voľným okom je viditeľných viac ako 2000 hviezd. Planét viditeľných voľným okom je päť – Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter a Saturn.

### 3.3. Ovládanie hlasom

Pri ovládaní počítaču, konkrétne softvéru, hlasom, je potrebné najskôr zachytiť hlasový povel, ktorý je následne analyzovaný a na základe toho je vykonaná určitá akcia. Na zachytenie povelu je využitý mikrofón pripojený k počítaču. Jednou z metód analýzy zachyteného zvukového signálu je analýza výskytu špecifických zložiek frekvencií [12][13]. Takúto analýzu je možné vykonať po aplikovaní Fourierovej transformácie na pôvodný signál. Cieľom projektu však nie je vytvárať vlastné riešenie rozpoznávania hlasu, ale jeho praktické použitie. Z tohto dôvodu sme sa ďalej sústredili na analýzu existujúcich riešení.

Na ovládanie aplikácii hlasom existuje viacero komerčných možností, tie však nie sú v našom prípade vhodné. Jedným dôvodom je, že sú to samostatné aplikácie, ktoré nie je možné použiť v rámci iného projektu, ako aj to, že sú to aplikácie komerčné a tým pádom nevhodné pre náš projekt.

Vhodným sa zdá byť použitie prostriedku Microsoft Agent [14][15], ktorého použitie je licencované podľa licencie EULA. Microsoft Agent obsahuje nasledujúce funkcie, ktoré môžu byť z nášho pohľadu zaujímavé:

- Text-to-speech engine – umožňuje prevádzať písaný text do hlasovej podoby. Má viacero možných nastavení hlasu a rýchlosti čítania. Je však obmedzený iba na anglický jazyk. Táto možnosť by sa dala využiť pri podávaní jednoduchých informácií používateľovi.

- Speech recognition engines – umožňuje rozoznať vstupné slová na text. Obmedzenie je tiež na anglický jazyk, to by však nemalo byť prekážkou alebo problémom, pretože v našom využití počítame iba s pár hlasovými príkazmi, ktoré bude používateľ používať.

Microsoft Agent je možné využiť ako súčasť iných aplikácií ako ich komponent. Zároveň umožňuje vytvárať zložitejšie štruktúry príkazov, kde sa príkaz neskladá iba z jedného hlasového povelu, ale z ich kombinácie. Na definovanie takýchto štruktúr sa používajú špeciálne gramatiky.

### 3.4. Súčasné webové kamery

Podľa [17] je webová kamera definovaná ako kamera, ktorej obraz môže byť v reálnom čase prístupňované pomocou WWW, aplikácii ako Yahoo, ICQ, atď. alebo video konferenčných aplikácií.

Webová kamera je charakterizovaná parametrami ako rozlíšenie, obnovovacia (alebo tiež snímková) frekvencia, uhol pohľadu, atď.

Web kamery môžeme rozdeliť na dva typy. Sú to jednak IP kamery, ktorých obraz je prístupný cez WWW a pripojujú sa k počítaču cez sieťový konektor (zvyčajne *Ethernet*). Ďalej poznáme štandardné webové kamery (ich obraz nemôže byť prístupný cez WWW), ktoré sa k počítaču pripájajú cez rozhranie USB. Nazývame ich aj anglickým termínom *Webcam*. IP kamery sú zvyčajne oveľa nákladnejšie, ako kamery typu webcam.

V tabuľke [Tab. 1] sú uvedené niektoré bežne dostupné modely webových kamier.

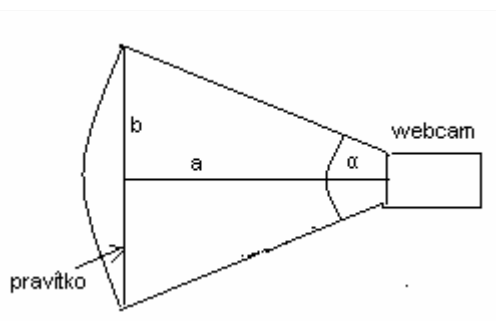
**Tab. 1 Príklady dostupných webových kamier**

Názov	Typ	Rozlíšenie	Snímková frekvencia	Cena
GENIUS Express II GE111	Webcam	640 x 480	30 fps	350 Sk
GENIUS Messenger	Webcam	640 x 480	30 fps	477 Sk
MSI StarCam 370i	Webcam	640 x 480	30 fps	688 Sk
MICRONET IP kamera SP5530	IP kamera	640 x 480	30fps	7690 Sk
MICRONET IP kamera SP5510	IP kamera	640 x 480	30fps	4823 Sk

Poznámka: Rozlíšenie je uvedené v pixloch, snímková frekvencia v snímkach za sekundu

Keďže medzi technickými údajmi webových kamier zvyčajne nebýva uvedený uhol pohľadu kamery, musíme ho určiť meraním. Spôsob merania je pomerne jednoduchý. Pred objektív kamery umiestnime horizontálne (resp. vertikálne) pravítko tak, aby rovina pravítka

bola kolmá na os pohľadu kamery a aby sa konce pravítka presne dotýkali hraníc obrazu, snímaného kamerou. Následne odmeriame vzdialenosť od objektívu kamery k pravítku. Spôsob merania je znázornený na obrázku [Obr. 5].



**Obr. 5 Spôsob merania uhla pohľadu kamery**

Teda

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{b}{2 \times a}, \text{ pričom } b \text{ je dĺžka pravítka, } a \text{ je vzdialenosť od kamery k}$$

pravítku a  $\alpha$  je uhol pohľadu.

$$\text{Tak } \frac{\alpha}{2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{2 \times a}\right) \Rightarrow \alpha = 2 \times \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{2 \times a}\right)$$

Pre kameru *ZSMC USB PC* je horizontálny uhol pohľadu  $\approx 40^\circ$  ( $a = 11\text{cm}$ ,  $b = 8\text{cm}$ ) a vertikálny uhol je  $\approx 30^\circ$  ( $a = 15\text{cm}$ ,  $b = 8\text{cm}$ ).

### 3.5. Kolaboratívne encyklopédie

Pod pojmom kolaboratívne encyklopédie zvyčajne rozumieme elektronickú formu encyklopédie, ktorá je voľne prístupná pre určitý okruh užívateľov, pričom jej obsah je tvorený spoločne všetkými užívateľmi. Základ takejto encyklopédie tvorí tzv. systém *wiki* (z havajského základu *wiki wiki*, čo znamená „rýchly“ alebo „veľmi rýchly“), čo je vlastne termín pre stránky na webe, ktoré umožňujú všetkým užívateľom pridávať a editovať svoj obsah. Prvým systémom wiki bol web organizácie Portland Pattern Repository [16], ktorá bola zároveň prvou „úschovňou“ programových návrhových vzorov. V súčasnosti jednoznačne najpopulárnejším príkladom kolaboratívnej encyklopédie je Wikipedia [17], ktorú pravdepodobne nie je nutné v tomto texte bližšie popisovať.

Hlavnou výhodou kolaboratívnej encyklopédie oproti tradičným encyklopédiám je nezávislosť na niekoľkých konkrétnych autoroch, ktorých možnosti sú pochopiteľne obmedzené. Nemenej dôležitá je možnosť neustálej a rýchlej aktualizácie obsahu. Keďže do verejne prístupnej encyklopédie môže prispievať neporovnateľne väčší počet autorov súčasne,



ako u klasickej encyklopédie, môže pomerne v krátkom čase vzniknúť rozsiahly a podrobný zdroj údajov. Nevýhodou je potreba kontroly relevantnosti, správnosti, prípadne nezávadnosti pridávaného obsahu, aby sa zamedzilo šíreniu nepravdivých informácií, prípadne spoločensky neakceptovateľných materiálov.

So zohľadnením hore spomenutých prínosov kolaboratívnych encyklopédií sme sa rozhodli zvoliť podobný prístup aj pri tvorbe multimediálneho obsahu pre systém icPoint, či už sa bude jednať o podrobné vizualizácie vesmírnych telies, dopĺňajúce informácie k nim, alebo hovorené slovo. Užívatelia tak majú možnosť vytvárať rozsiahlu multimediálnu databázu, ktorej rozsah by prekročoval (nielen) časové možnosti autorov systému icPoint.

### **3.6. Infračervené diaľkové ovládanie**

IrDA je štandardom pre infračervenú komunikáciu, za ktorou stojí Infrared Data Association [18] [19]. Úlohou tejto asociácie je koordinovať a publikovať protokoly na zaistenie kompatibility medzi produktmi rôznych výrobcov. Hneď na úvod je potrebné oznámiť, že IrDA nie je rovnaký systém a nemá nič spoločné s infračervenými systémami používanými v diaľkových ovládačoch televízorov, kamier, audio spotrebičov. Tieto dva systémy sú kompletne nekompatibilné.

IrDA používa infračervené svetlo vlnovej dĺžky medzi 850nm a 900nm. Táto vlnová dĺžka je rovnaká pre oba systémy, tak pre komunikáciu medzi dvoma zariadeniami ako aj pre diaľkové ovládače domácich spotrebičov. Tu sa však končia všetky spoločné vlastnosti oboch systémov.

Všetky IrDA zariadenia komunikujú vysielaním modulovaných lúčov infračerveného svetla relatívne vysokými dátovými rýchlosťami. Protokol IrDA je poloduplexným protokolom, takže zariadenia buď prijímajú, alebo vysielať signály.

Štandardy IrDA sa dajú hrubo rozdeliť na dve skupiny, IrDA Data a IrDA Control. IrDA Data protokoly sa zaoberajú interakciou s inými zariadeniami za účelom výmeny dát. IrDA Control protokol slúži hlavne ako rozhranie so zariadeniami, ktoré signály iba vysielať, čiže ide o jednosmernú komunikáciu. Tieto dva protokoly nie sú schopné spolupracovať. Ich vlastnosti sú zhrnuté v tabuľke.

**Tab. 2 Štandardy IrDa**

	<b>IrDA Data</b>	<b>IrDA Control</b>
Rýchlosť prenosu	SIR – Asynchrónny prenos, 9600 – 115200 bps  FIR – Synchronný prenos, do 4 Mb/s  VFIR – Synchronný prenos, do 16 Mb/s	75 kbps / počet zariadení
Vlastnosti	Obojsmerná komunikácie rôznymi rýchlosťami, vrátane detekcie a opravy chýb a automatickej detekcie zariadení v blízkosti	Umožňuje host'ujúcemu zariadeniu komunikovať s viacerými zariadeniami (1:n). Má rýchle reakčné časy a nízke oneskorenie.
Použitie	Osobné počítače, notebooky, mobilné telefóny, PDA...	Klávesnice, myši, ovládanie domácich zariadení

IrDA Control používa trojprotokolový zásobník (protokoly PHY, MAC, LLC). Vysielané dáta sú modulované nosnou frekvenciou 1.5 MHz a následne vysielané pomocou infračervenej LED diódy, čím vzniká celková prenosová rýchlosť okolo 75 kbps. Modulačné schéma IrDA Control bola navrhnutá tak, aby čo najmenej interferovala s existujúcimi zariadeniami pracujúcimi s modulačnou frekvenciou 40KHz, ako sú diaľkové ovládania.

IrDA Data používa zložitejší protokolový zásobník, lebo potrebuje zaistiť rôzne aplikácie ako bod – bod komunikáciu, prenos súborov a prístup do LAN. Tieto protokoly sú: PHY, IrLAP, IrLMP, TinyTP, IrCOMM, IrOBEX, IrTran-P, IrMC, IrLAN.

Z uvedených informácií vyplýva, že použitie integrovaných infračervených portov, alebo USB infračervených zariadení nie je vhodné na vysielanie signálov zariadeniam za účelom ich diaľkového ovládania. Pri hľadaní zdrojov na túto analýzu, ako aj pri samotnom skúšaní použiť integrované infračervené zariadenie na vysielanie signálov som narazil na pár internetových stránok, ktoré síce takéto použitie označili za možné, ale väčšinou išlo o veľmi špecifické zariadenia [20][21].

Riešením, ako ovládať domáce spotrebiče pomocou infračervených signálov vysielaných z počítača môže byť vytvorenie vlastného prijímača/vysielača[22]. Existuje viacero variant, ktoré sa dajú zostrojiť. Negatívom tohto riešenia je, že vyžaduje sériový port, ktorý nie je prítomný na takmer všetkých nových notebookoch a celkovo predstavuje výrazné skomplikovanie situácie, či už spojené s vývojom takéhoto zariadenia ako aj s tým, že každý používateľ by si musel dané zariadenie tiež sám vyrábať.

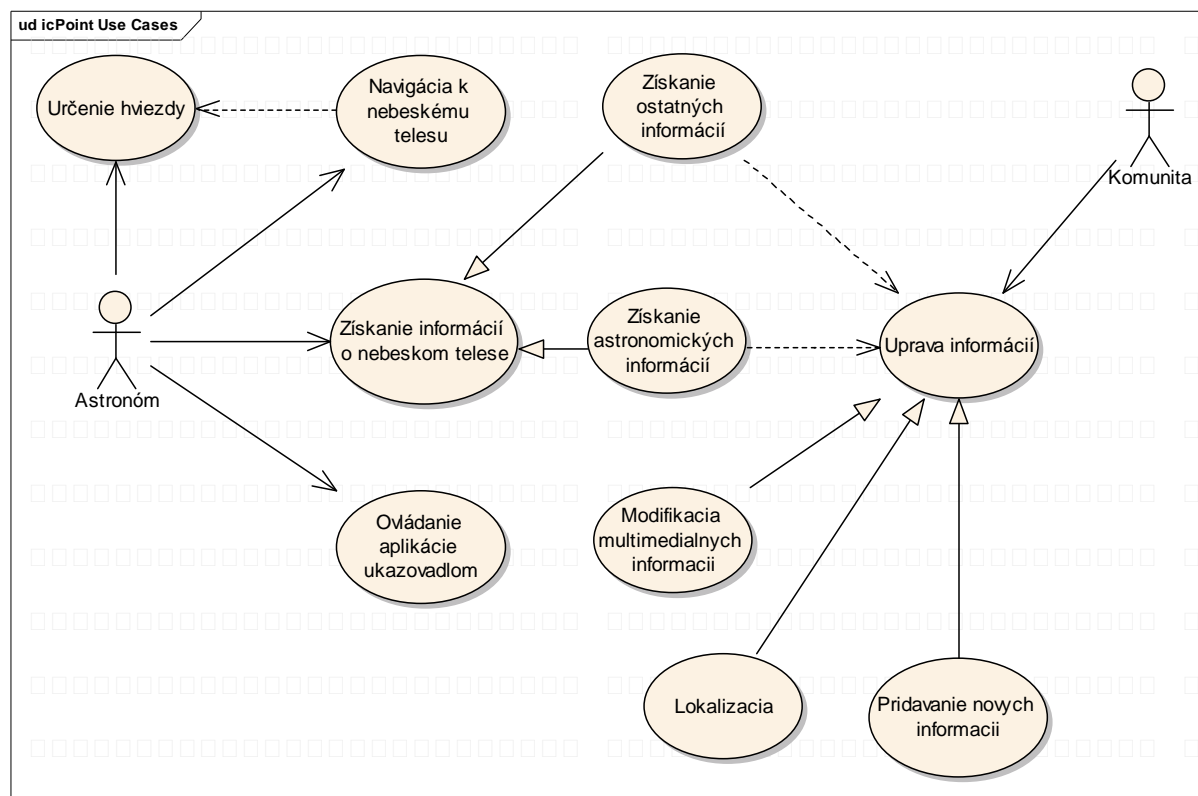
## 4. Špecifikácia

V tejto kapitole sa venujeme požiadavkám na našu aplikáciu. Kapitola je rozdelená na dve časti. V prvej časti sú funkcionálne požiadavky, zachytené v diagrame prípadov použitia. Prípady použitia sú popísané a niektoré významnejšie sú doplnené aj diagramami aktivít. V druhej časti sú doplnené nefunkcionálne požiadavky na systém.

### 4.1. Funkcionálne požiadavky

Pri použití aplikácie môžeme identifikovať dvoch hráčov. Astronóma, ktorý je priamym používateľom aplikácie a komunitu. Astronóm využíva aplikáciu pre určenie nebeského telesa, na ktoré sa pozerá, a na navigáciu ku zvolenému telesu. Pri tejto činnosti využíva svetelné ukazovadlo, pomocou ktorého môže taktiež ovládať aplikáciu.

Priamo z aplikácie môže astronóm získavať informácie o nebeských telesách. Môže ísť o vedecké informácie z katalógov, alebo o multimediálne informácie (videá, zvuk, obraz), ktoré bude spravovať komunita používateľov. Komunita môže tieto informácie dopĺňať a upravovať a tiež vytvárať preklady do iných jazykov. Diagram prípadov použitia môžeme vidieť na obrázku [Obr. 6].



Obr. 6 Diagram prípadov použitia aplikácie

### 4.1.1. Hráči

#### Astronóm

**Opis:** Používateľ aplikácie, ktorý od nej očakáva informácie o hviezdach a ovláda ju pomocou ukazovadla.

**Prípady použitia:**

- Určenie hviezdy.
- Navigácia k nebeskému telesu.
- Získanie informácií o nebeskom telese
- Ovládanie aplikácie

#### Komunita

**Opis:** Môže ísť o používateľa aplikácie alebo o niekoho iného, kto pomôže používateľovi upraviť informácie. Môže pridávať nové informácie alebo modifikovať existujúce. Môže aj prekladať existujúce informácie do nových jazykov.

**Prípady použitia:**

- Úprava informácií

### 4.1.2. Prípady použitia

#### Určenie hviezdy

**Roly:** Astronóm

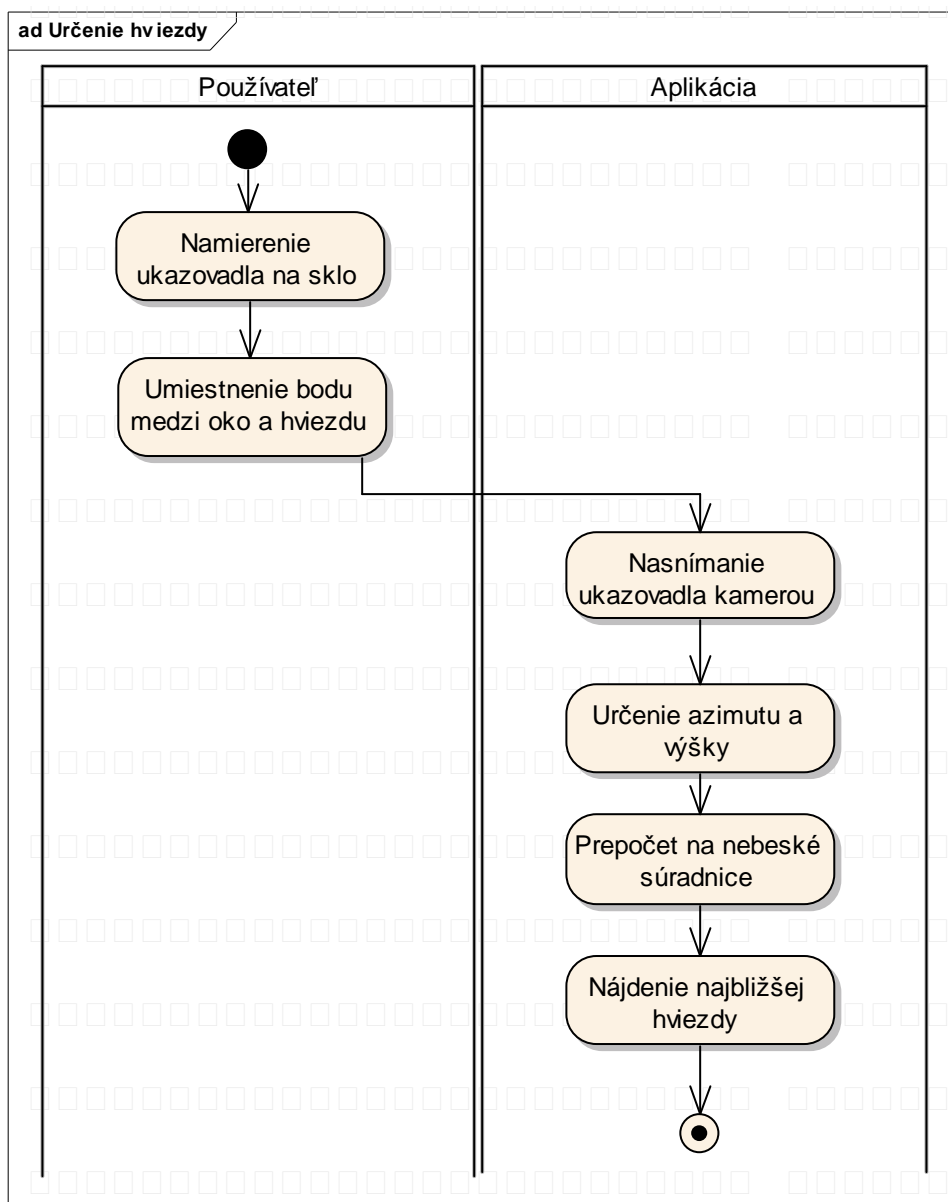
**Vstup:** Pozícia červeného bodu na skle a poloha používateľa.

**Výstup:** Meno hviezdy

**Priorita:** vysoká

**Opis:** Používateľ sa pozerá na hviezdu cez sklo a červený bod ukazovadla, ktorý sa na skle ukazuje. Po potvrdení (napríklad hlasom) aplikácia spracuje obraz z kamery a zistí

pozíciu červeného bodu na skle. Na základe toho určí, ktorým smerom a na ktorú hviezdu sa používateľ pozerá. Diagram aktivít pre prípad použitia môžeme nájsť na obrázku [Obr. 7].



Obr. 7 Diagram aktivít pre určenie hviezdy

### Navigácia k nebeskému telesu

**Roly:** Astronóm

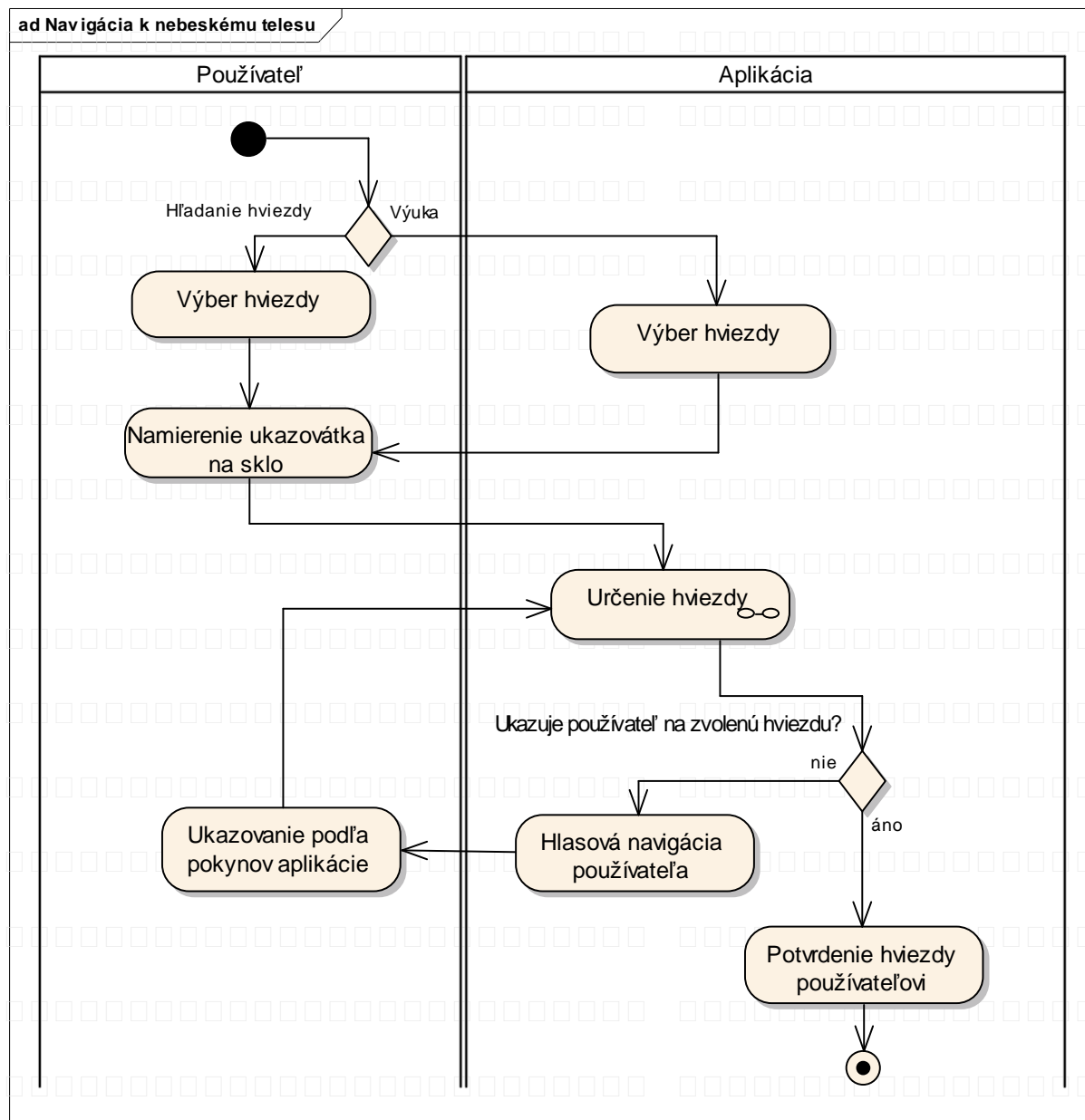
**Vstup:** Pozícia červeného bodu na skle, poloha používateľa, meno hviezdy

**Výstup:** hlasová navigácia používateľa k určenej hviezde

**Priorita:** stredná

**Opis:** Aplikácia umožní astronómovi navigáciu k zvolenej hviezde. Pomocou snímania smeru, na ktorý sa astronóm pozerá, ho bude zvukovo navádzať tak, aby sa pozeral

na zvolenú hviezdu. Softvér tiež môže po astronómovi žiadať, aby ukázal na náhodne vybranú hviezdu. Po hlasovom potvrdení aplikácia zistí, či astronóm určil správnu hviezdu. Takto môže aplikácia naučiť astronóma orientovať sa na nočnej oblohe. Diagram aktivít pre tento prípad použitia je zobrazený na obrázku [Obr. 8].



Obr. 8 Diagram aktivít pre prípad použitia navigácia k nebeskému telesu

### Získanie informácií o telese

**Roly:** Astronóm

**Vstup:** meno nebeského telesa

**Výstup:** informácie o nebeskom telese, môžu byť dva prípady:

- Astronomické informácie, to sú informácie o nebeskom telese ako jeho súradnice, veľkosť, vzdialenosť k zemi, atď.
- Ostatné informácie, najmä nevedeckého charakteru, napr. mýty a legendy o určenom nebeskom telese

**Priorita:** vysoká

**Opis:** Keď si používateľ vyberie nebeské teleso, tak podľa jeho výberu (t.j. typ informácií) mu aplikácia bude poskytovať informácie o danom nebeskom telese. Prezentácia informácií používateľovi bude pozostávať z grafiky (fotografie, obrázky, 3D simulácie), prehrávania vytvorených audio súborov a z čítaného textu.

### **Ovládanie aplikácie**

**Roly:** Astronóm

**Vstup:** Pozícia červeného bodu na monitore.

**Výstup:** pozícia myši a akcie v prípade potvrdenia používateľom

**Priorita:** nízka

**Opis:** Keď sa používateľ pozerá na monitor, aplikácia pomocou web kamery zistí pozíciu červeného bodu (laserového ukazovadla) v rámci obrazovky. Potom aplikácia posunie kurzor na tú pozíciu a používateľ môže tak ovládať aplikáciu. Potvrdzovanie (tlačidla myši) môžu byť realizované hlasovo alebo gestami.

### **Úprava informácií**

**Roly:** Komunita

**Priorita:** stredná

Tento prípad použitia je rozdelený na tri prípady. Všetky budú prístupné pomocou web rozhrania z internetu alebo z klientskej aplikácie. Overenie platnosti informácií bude zabezpečené pomocou hlasovania používateľov, prípadne potvrdením kvalifikovanou osobou. Tieto upravené informácie môžu byť s aplikáciou priamo distribuované, alebo po vyžiadaní používateľom môžu byť do aplikácie doplnené.

#### ***1. Pridávanie nových informácií***

**Vstup:** meno nebeského telesa, doplnkové informácie

**Výstup:** nie sú

**Opis:** Komunita doplní do databázy cez webové rozhranie nové informácie o nebeskom telese, napríklad lokálne mýty a legendy.

## **2. Lokalizácia**

**Vstup:** nová lokalizácia

**Výstup:** nie sú

**Opis:** Komunita vytvorí nový preklad niektorých existujúcich informácií. Môže dopĺňať preklad multimediálnych informácií o hviezdach, ale aj lokalizovať aplikáciu samotnú alebo informácie z katalógov.

## **3. Modifikácia multimediálnych informácií**

**Vstup:** meno nebeského telesa, doplnkové informácie.

**Výstup:** nič

**Opis:** Cez internetové rozhranie komunita používateľov upraví existujúce informácie, ktoré aplikácia o nebeských telesách poskytuje.

## **4.2. Nefunkcionálne požiadavky**

Okrem funkcionálnych požiadaviek, ktoré sme identifikovali, by naša aplikácia mala spĺňať ďalšie požiadavky pre bezpečnosť používateľa, softvérové a hardvérové požiadavky a požiadavky na rozhranie.

### **4.2.1. Bezpečnosť pre oči používateľov alebo ľudí v blízkosti.**

Z dôvodu, že laserový lúč je nebezpečný pre oči používateľa, bude nutné zmierniť jeho efekty alebo upozorniť používateľa na túto skutočnosť. Nebudeme používať ukazovadlo s intenzívnym lúčom.

### **4.2.2. Softvérové požiadavky**

Pre potreby ovládania aplikácie hlasom bude nutný softvér pre spracovanie hlasu, napríklad Microsoft Agent.



### 4.2.3. Hardvérové požiadavky

Predbežné hardvérové požiadavky na osobný počítač budú vychádzať z požiadaviek použitého implementačného prostredia a ďalších požiadaviek, ktoré vyplývajú z potrebných multimediálnych technológií. Tiež bude potrebná web kamera na získavanie obrazu.

### 4.2.4. Iné požiadavky

Aplikácia bude pre svoju funkčnosť a lepšie pohodlie používateľa využívať nasledovné predmety:

- Laserové ukazovadlo, s jeho pomocou môže aplikácia viesť kam sa používateľ pozerá.
- Okuliare, na ktorých bude ukazovadlo umiestnené.
- Sklo, na ktoré bude svietiť laserové ukazovadlo pri určovaní smeru pohľadu používateľa

### 4.2.5. Požiadavky na rozhranie

Rozhranie aplikácie musí byť používateľsky prívetivé. V základnej verzii musí byť lokalizované do anglického jazyka.

## 4.3. Údaje v aplikácií

Údaje prístupné pre používateľa môžeme rozdeliť do dvoch kategórií. Prvá sú vedecké údaje o nebeských telesách, napríklad ekvatoriálne súradnice pre hviezdy, magnitúda, vzdialenosť od Zeme. Tieto údaje sú získavané na základe hviezdnych katalógov a používateľ ich nemôže upravovať. Druhá kategória sú údaje multimediálne. Vzťahujú sa tiež na nebeské telesá, ale používateľ ich môže meniť. Predstavujú nevedecké informácie o nebeských telesách.

Okrem týchto dvoch kategórií aplikácia bude uchovávať rôzne meta informácie, napríklad o jazyku alebo type informácií.

Návrh logického dátového modelu pre lokálnu databázu údajov je možné nájsť v kapitole 5.1.9.

## 5. Hrubý návrh riešenia

V tejto kapitole predstavujeme navrhovanú architektúru systému icPoint. Prvá časť kapitoly člení systém na moduly, ktoré stručne popisuje. Druhá časť kapitoly poskytuje návrh, ako využitím ukazovadla, skla a kamery pripojenej k počítaču určovať smer, ktorým sa pozerá používateľ systému. Kapitola končí návrhmi akceptačných testov.

### 5.1. Architektúra systému

Architektúra systému je vytvorená zo zreteľom na požiadavky. Systém pozostáva z dvoch častí. Hlavná časť aplikácie icPoint pracuje na osobnom počítači astronóma. Je rozdelená do niekoľkých balíkov, ktoré spolu navzájom spolupracujú.

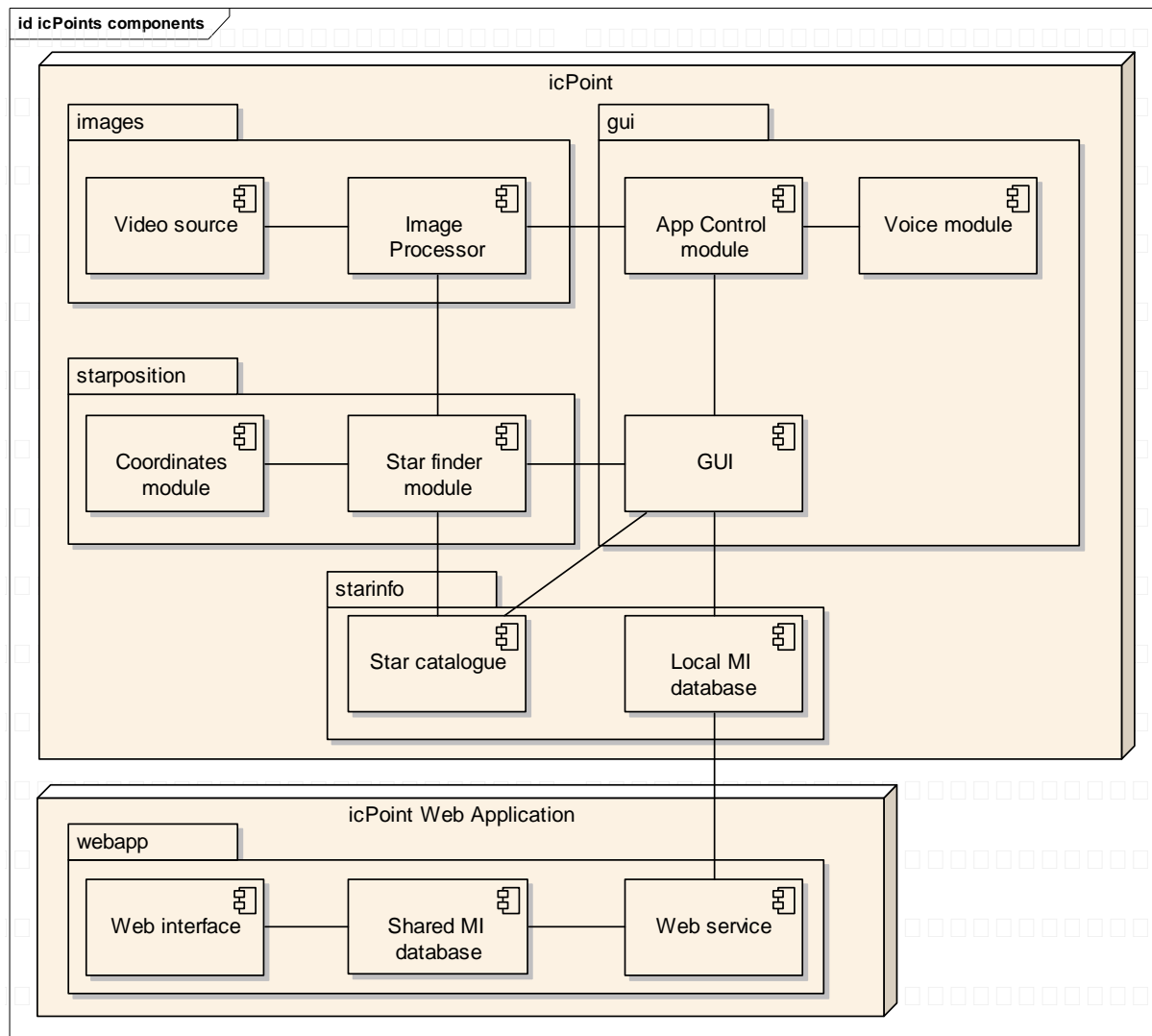
Balík images zahŕňa komponenty, ktoré zabezpečujú čítanie a spracovanie obrazu. Na načítanie obrazu z kamery slúži komponent Video source. Jeho úlohou je poskytovať obraz pre Image processor na spracovanie a získanie pozície ukazovadla. Informácie o pozícií ukazovadla v rámci skla budú využívať moduly v balíku starposition. Modul Starfinder využije modul Coordinates na prepočet súradníc do súradníc platných pre nebeské telesá. Na základe údajov z hviezdneho katalógu nájde požadované nebeské teleso.

Používateľské rozhranie a ovládanie aplikácie icPoint majú na starosti komponenty v balíku gui. Informácie z modulu Image Processor využíva aj komponent App control, pokiaľ používateľ ukazuje na obrazovku počítača. Spolupracuje s modulom Voice module pre rozpoznávanie hlasu a čítanie textových informácií. Samotné grafické rozhranie aplikácie predstavuje komponenta GUI. Zobrazuje informácie z ostatných modulov pre používateľa a na interakciu s ním môže okrem myši používať aj interakciu cez modul App control.

V balíku starinfo sa nachádzajú komponenty pre správu informácií o nebeských telesách. Komponent Star catalogue obsluhuje informácie z hviezdnych katalógov. Okrem vedeckých informácií je potrebná aj lokálna databáza multimedialných informácií, ktorú zabezpečuje komponent Local MI database. Tento modul tiež slúži na komunikáciu so zdieľanou databázou informácií cez webovú službu. Oba komponenty v module starinfo sú prepojené na komponent gui.

Druhá časť aplikácie je prístupná cez internet na webovom serveri. Komunikáciu s aplikáciou používateľa zabezpečuje Web service. Jej úlohou je prenášať informácie medzi lokálnou a zdieľanou databázou na internete (komponent Shared MI database). Správa tejto databázy je možná pomocou webového rozhrania oddeleného od databázy.

Celý diagram komponentov vrátane vzťahov medzi nimi môžeme vidieť na obrázku [Obr. 9].



Obr. 9 Diagram komponentov aplikácie

### 5.1.1. Video source

Komponent video source zahŕňa všetky triedy pre prácu s kamerou. Ich úlohou je poskytovať obraz alebo video z kamery podľa požiadaviek.

### 5.1.2. Image processor

Image processor spracováva obraz z video kamery. Pomocou algoritmov rozpoznávania obrazu nájde na obraze prijímanom z modulu Video source ukazovadlo. Pri ukazovaní na sklo hľadá okrem bodu ukazovadla aj odraz z ukazovadla v skle. Odraz je

farebne odlíšený od bodu ukazovadla. Tieto dva body slúžia ako základ pre výpočet priamky otočenia používateľa. Prvý bod tejto priamky je bod ukazovadla na skle. Druhý sa vypočíta z odrazu ukazovadla, ktoré je upevnené na hlave používateľa. Využije sa pri tom známa vzdialenosť kamery od skla. Pri známom azimute otočenia kamery vieme určiť azimut a výšku otočenia používateľa. Tieto údaje sa predajú modulu Star finder.

Ak sa používateľ pozerá na obrazovku počítača, tento modul to deteguje a na obraze z kamery nájde pozíciu ukazovadla v rámci obrazovky. Túto pozíciu predá do modulu App Control module.

### **5.1.3. Star finder module**

Modul Star finder obsahuje triedy pre efektívne a rýchle nájdenie najbližšieho nebeského telesa k určeným súradniciam. Na prepočet súradníc využije modul Coordinates. Musí zabezpečiť rozlišovanie jednotlivých druhov telies podľa toho ktoré je najbližšie k daným súradniciam. To znamená napríklad rozlišovanie Mesiaca, pretože ten je pomerne veľký oproti ostatným telesám na nočnej oblohe. Pre súradnice hviezd z analýzy vyplynulo, že sú určené stálymi rovníkovými súradnicami (prakticky nemenné minimálne pre obdobie cca 25 rokov). Preto pri určovaní hviezd využije prepočet z horizontálnej súradnicovej sústavy do rovníkovej a nájde najbližšie hviezdy k týmto súradniciam.

Pri hľadaní planét je nutné využívať iný postup, pretože nie sú tak pevne určené. Vypočíta skutočnú polohu planét, prevedie ju na horizontálne súradnice a skontroluje, či sa používateľ nepozerá daným smerom. Vzhľadom na to, že viditeľných planét je iba päť, nevzniká veľké oneskorenie. Mesiacmi planét sa nie je potrebné zaoberať, vzhľadom na to, že voľným okom nie sú na nočnej oblohe viditeľné. Okrem planét modul kontroluje aj pozíciu Mesiaca.

Po určení všetkých najbližších telies odovzdá modul Star finder tieto informácie grafickému rozhraniu pre ich zobrazenie používateľovi.

### **5.1.4. Coordinates module**

Modul Coordinates implementuje astronomické algoritmy potrebné pre prepočet súradníc a vyhľadávanie nebeských telies. Obsahuje funkcie na prepočet z horizontálnej súradnicovej sústavy do rovníkovej a na prepočet z ekvatoriálnej do horizontálnej. Okrem toho obsahuje ďalšie algoritmy na výpočet juliánskeho dátumu, započítanie skreslenia atmosféry a na výpočty pozícií planét a Mesiaca. Tieto funkcie sú využívané modulom Star finder pri hľadaní najbližšej hviezdy.

### **5.1.5. App control module**

App control slúži na ovládanie aplikácie pomocou ukazovadla. Získava informácie z Image processoru, ktoré obsahujú pozíciu ukazovadla v rámci obrazovky. Na túto pozíciu presunie myš. Okrem toho deteguje, ak používateľ vykonal gesto. Gesto je určitý obrazec, ktorý používateľ môže vytvoriť pri pohybe ukazovadlom. Gestá bude možné konfigurovať v aplikácii cez používateľské rozhranie. Ak používateľ vykoná gesto, tento modul zabezpečí vykonanie konfigurovanej funkcie. V spolupráci s modulom Voice module zabezpečuje tiež vykonanie funkcií na hlasový pokyn od používateľa.

### **5.1.6. Voice module**

Ide o modul s dvoma funkciami. Prvá je prijímanie hlasových povelov od používateľa. Modul rozpoznáva hlasové povelky a podľa toho predá riadenie modulu App control. Okrem hlasových povelov môže tiež rozpoznávať aj iné zvukové signály (napríklad pískanie). Druhá funkcia modulu je čítanie textových informácií pre používateľa.

### **5.1.7. GUI**

Tento modul zahŕňa grafické rozhranie aplikácie icPoint. Používateľ môže v rozhraní aplikácie prezerat' informácie z katalógov a z lokálnej databázy multimedialnych informácií. Informácie používateľ môže upravovat' priamo z aplikácie a potom nahrat' do zdieľanej databázy informácií na internete. Pre zobrazenie multimedialnych informácií musí rozhranie umožňovat' prehravanie videa, zvuku a zobrazovanie textu a obrázkov.

Pri pohľade na hviezdnu oblohu cez sklo môže rozhranie aplikácie zobrazovat' simulovanú hviezdnu oblohu a na nej zvýrazňovat' hviezdnu, na ktorú sa aktuálne ukazuje. Ak používateľ potvrdí hviezdnu, rozhranie ukáže informácie o nej. Môže hlasovo volit', či chce vedecké alebo nevedecké multimedialne informácie.

### **5.1.8. Star catalogue**

V tomto module je zahrnutá správa hviezdnych katalógov. Nemusí ísť o jediný katalóg, modul umožní aj správu viacerých a potom umožní používateľovi zvolit' si, ktorý katalóg chce používat'. Pozície hviezd v katalógu sa používajú pri hľadaní hviezd modulom Star finder. Tu sa však prehľadávajú iba hviezdy viditeľné voľným okom, preto katalóg musí poskytovat' zoznam týchto hviezd. Pre prehľadanie hviezd cez grafické rozhranie môže byť poskytnutý celý katalóg hviezd.

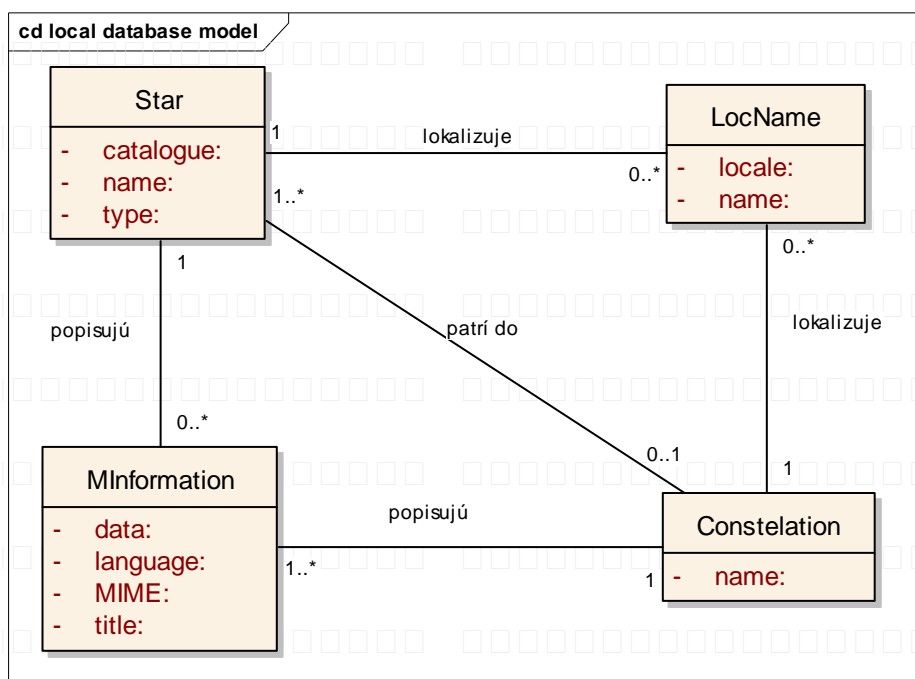
### 5.1.9. Local MI database

Modul vykonáva správu lokálnej databázy multimedialných údajov. Zabezpečuje funkcie pre prístup do tejto databázy ako vkladanie, mazanie, zmenu údajov a vyhľadávanie. Informácie z databázy bude zobrazovať grafické rozhranie. Okrem toho modul predstavuje aj klienta pre webovú službu, cez ktorú sa prístupuje k zdieľanej databáze dát na internetovom serveri.

Logický dátový model pre databázu je zobrazený na obrázku [Obr. 10]. Do lokálnej databázy údajov sa ukladajú informácie o nasledovných entitách:

- Star – nebeské teleso, môže ísť o planétu alebo hviezdu. Má atribúty:
  - name – identifikátor hviezdy v rámci katalógu
  - catalogue – identifikátor katalógu
  - type – typ nebeského telesa, môže byť hviezda, planéta, galaxia, hmlovina a pod.
- Constellation – predstavuje súhvezdie. Do súhvezdia môže patriť 1 až n hviezd, ale nebeské teleso nemusí patriť do žiadneho súhvezdia (napríklad planéta). Súhvezdie určujú nasledovné atribúty:
  - name – meno súhvezdia
- MInformation – entita uchováajúca multimedialne informácie. Tieto informácie môžu popisovať nebeské teleso alebo súhvezdie, pričom ku každému súhvezdiu alebo nebeskému telesu vieme priradiť ľubovoľný (0..\*) počet entít MInformation. Charakterizujú ich nasledovné atribúty:
  - title – má popisný charakter, môže slúžiť ako titulok pre zobrazenie danej informácie
  - MIME – určuje typ dát pomocou MIME typu
  - data – samotné dáta, sú uchovávané priamo v databáze
  - language – jazyk, v ktorom sú dáta uložené
- LocName – entita, ktorá uchováva lokalizované názvy nebeských telies a súhvezdí. Každá lokalizácia sa vzťahuje na jedno súhvezdie alebo nebeské teleso a k jednému telesu alebo hviezde môže byť priradených viacero lokalizovaných názvov. Entita obsahuje nasledovné atribúty:

- locale – identifikuje jazyk v ktorom je daný názov
- name – lokalizovaný názov objektu



Obr. 10 Logický dátový model pre lokálnu databázu údajov

Pretože ide o jednoduchú relačnú databázu, bolo by pri implementácii vhodné využiť niektoré existujúce riešenie pre súborové relačné databázy (napríklad SQLite [23]).

### 5.1.10. Web service

Modul implementuje webovú službu na ktorej budú prístupné údaje zo zdieľanej databázy. Pomocou tohto modulu sa multimediálne informácie prenášajú z a do lokálnej aplikácie podľa potrieb používateľa. Na strane používateľa môžu byť cachované, alebo môže vždy dochádzať k obnove týchto údajov cez web service, záleží podľa implementácie lokálnej databázy.

### 5.1.11. Shared MI database

Modul Shared MI database predstavuje zdieľanú databázu multimediálnych údajov, ktorá bude prístupná z webového servera pre komunitu používateľov. Okrem údajov pre lokálne databázy musí uchovávať aj informácie potrebné pre autentifikáciu a autorizáciu používateľov, overenie platnosti údajov, údaje pre ankety a podobne. Tento dátový model je závislý od možností, ktoré bude webové rozhranie poskytovať.

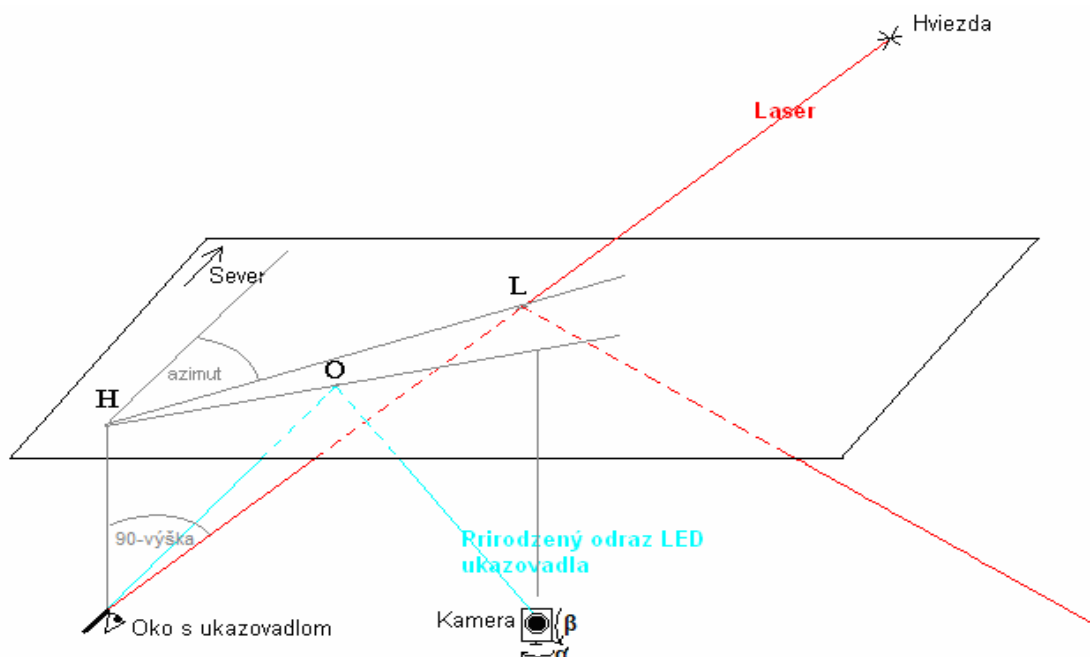
### 5.1.12. Web interface

Webové rozhranie internetovej aplikácie umožňuje editovanie zdieľanej databázy údajov. Bude zrejme realizované formou wiki. Umožňuje pridávanie informácií o nebeských telesách a súhvezdiach, zmenu týchto informácií, upload súborov so zvukom alebo videom na server, prípadne odstránenie existujúcich údajov. Umožňuje tiež tvorbu ankiet a hlasovanie o pravdivosti a platnosti informácií. Výsledky hlasovaní budú prístupné pre používateľa, keď si bude chcieť lokálnu databázu rozšíriť o tieto údaje. Rozhranie umožňuje aj prístup k inštaláčnym súborom aplikácie, dokumentácií, informáciách o projekte a rôznych novinkách.

## 5.2. Určovanie pozície hviezd

Kritickou úlohou v systéme je určenie smeru, kam sa používateľ na oblohe pozerá. Pre zistenie smeru treba získať 2 body v priestore a preložiť nimi priamku s cieľom určiť jej sklon k horizontu a jej otočenie vzhľadom na sever. Získané uhly predstavujú azimut a výšku, a sú potrebné pre určenie nebeského objektu, na ktorý používateľ ukazuje.

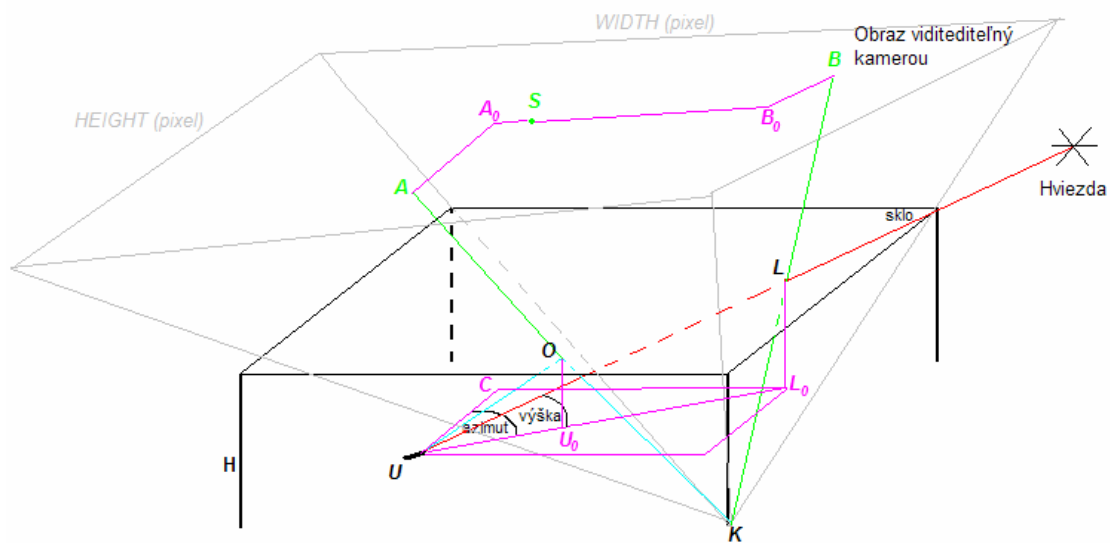
Elegantným riešením problému je použitie videokamery otočenej smerom k oblohe. Používateľ nachádzajúci sa v jej blízkosti má na hlave umiestnené ukazovadlo, ktoré svieti smerom k pozorovanej hviezde. Kamera sníma len priemetňu (priehľadný materiál, napríklad sklo), na ktorej rozpoznáva dva body [Obr. 11]. Prvým je bod dopadu svetelného lúča z ukazovadla na priemetňu (bod  $L$ ). Druhým rozpoznávaným bodom je odraz zdroja tohto lúča, prípadne samostatnej LED umiestnenej na hlave používateľa (bod  $O$ ).



Obr. 11 Zjednodušený obrázok pozície hviezdly a odrazu na priemetni



V domácnostiach sa bežne nachádzajú konferenčné stolíky so sklenným povrchom. Predpokladáme využitie najmä tohto typu priemetne a preto možno vzdialenosť oka od priemetne a vzdialenosť kamery od priemetne pokladať za rovnakú. Poloha oka sa pritom môže meniť a nie je možné brať ju ako fixnú. Aby bolo možné vidieť väčšiu plochu z malej vzdialenosti, je ďalej potrebné dať kameru mierne nabok a umožniť jej otočenie okolo osi sever-juh (uhol  $\alpha$ ) a osi východ-západ (uhol  $\beta$ ). Popísanú situáciu zobrazuje nasledujúci obrázok [Obr. 12], kde body  $A$  a  $B$  sú pozície v obraze, na ktorých kamera vidí body  $O$  a  $L$ . Body  $A_0$  a  $B_0$  znázorňujú priemet bodov  $A$  a  $B$  do  $x$ -ovej osi obrázka, bod  $S$  je stred obrázka (v pixloch). Výška stolíka je označená písmenom  $H$ . Pomyselnú vzdialenosť kamery  $K$  od obrázka, teda veľkosť úsečky  $KS$  reprezentuje značka  $h$ .



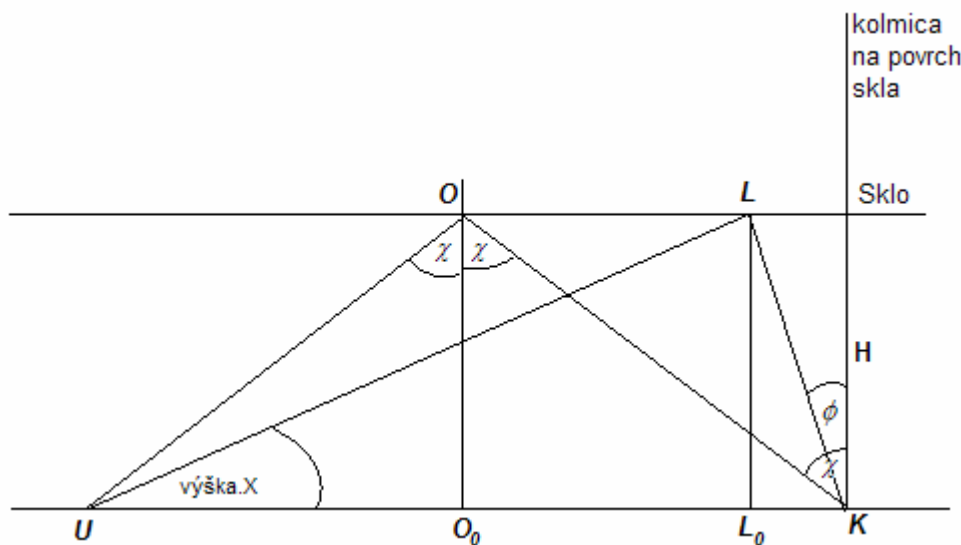
Obr. 12 Priemety bodov v obraze

Pri známom horizontálnom ( $u_1$ ) a vertikálnom ( $u_2$ ) uhle pohľadu kamery možno odvodiť  $h = \frac{WIDTH}{2 \times \operatorname{tg}\left(\frac{u_1}{2}\right)}$ , respektíve  $h = \frac{HEIGHT}{2 \times \operatorname{tg}\left(\frac{u_2}{2}\right)}$ . Priamo z obrázka možno potom písať rovnicu pre  $x$ -ovú zložku uhla medzi kolmicou a priamkou  $KO$  (rovnica 1), respektíve kolmicou a priamkou  $KL$  (rovnica 2).

$$\chi = \operatorname{uhol}(A_0KS) + \alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{A.x - S.x}{h}\right) + \alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{(A.x - S.x) * \operatorname{tg}\left(\frac{u_1}{2}\right)}{WIDTH}\right) + \alpha \quad (1)$$

$$\phi = uhol(B_0KS) + \alpha = \arctg\left(\frac{B.x - S.x}{h}\right) + \alpha = \arctg\left(\frac{(B.x - S.x) * \operatorname{tg}\left(\frac{u_1}{2}\right)}{WIDTH}\right) + \alpha \quad (2)$$

[Obr. 13] zobrazuje prierez rovinou danou osou  $x$  a zvislou čiarou. Body  $U$  a  $C$  majú identickú  $x$ -ovú súradnicu a preto ich možno v tomto priemete považovať za identické. Z obrázka je zreteľný postup ako získať dĺžku úsečky  $CL_0$  (rovnica 3).



**Obr. 13 Priemet do roviny osi X (východ-západ) a zvislej osi**

$$CL_0 = 2 \times |K.x - O_0.x| - |U.x - L_0.x| = 2 \times H \times \operatorname{tg}\phi - H \times \operatorname{tg}\chi \quad (3)$$

Výpočet dĺžky úsečky  $CU$  je analogický rovniciam 1 až 3, pričom sa počíta so súradnicami  $y$  miesto  $x$ , namiesto  $WIDTH$ ,  $u_1$  a  $\alpha$  sa použije postupne  $HEIGHT$ ,  $u_2$  a  $\beta$ . Výpočet azimutu a výšky je potom udaný rovnicami (4) a (5), v ktorých sa v oboch zlomkoch vzdialenosť kamery od priemetne ( $H$ ) sa vykrátí a výsledné rovnice na ňom nie sú závislé.

$$\text{výška} = \arctg \frac{H}{L_0U} = \arctg \left( \frac{H}{\sqrt{|CL_0|^2 + |CU|^2}} \right) \quad (4)$$

$$\text{azimut} = \arctg \frac{L_0C}{CU} \quad (5)$$

Popísané rovnice predpokladajú, že kamera je otočená tak, aby vrch obrazu získavaného z kamery bol nasmerovaný priamo k severu. Ak tento fakt neplatí postačuje pripočítať uhol otočenia kamery k výslednému azimutu.

### 5.3. Návrh testov

V tejto fáze tvorby projektu sa zameriame na akceptačné testovanie nami vytváraného produktu. Kapitola obsahuje možné scenáre pre použitie systému a očakávané akcie systému. Zameriava sa predovšetkým na ovládanie systému prostredníctvom ukazovadla. Ďalšia časť systému, pridávanie informácií do databázy prostredníctvom webového rozhrania nie je zahrnutá, keďže v momentálnej fáze projektu by boli testovacie scenáre príliš všeobecné.

**ID:** Scenár 1

**Názov:** Určenie hviezdy

**Vstupné podmienky:** nie sú

**Výstupné podmienky:** Používateľovi sa zobrazí obrazovka s informáciami o vybranej hviezde

Krok	Akcia	Očakávaná reakcia
1	Používateľ namieri ukazovadlo na sklo tak, aby bod ukazoval z jeho pohľadu na želaný objekt a potvrdí voľbu	Systém zobrazí obrazovku s informáciami o najbližšej hviezde

**ID:** Scenár 2

**Názov:** Navigácia k nebeskému telesu

**Vstupné podmienky:** nie sú

**Výstupné podmienky:** Používateľ sa pomocou navigácie dostane k želanej hviezde, v prípade módu, kde má užívateľ nájsť systémom určenú hviezdu je výstupnou podmienkou správne určenie, či bola ukázaná správna hviezda a výpis príslušnej správy

Krok	Akcia	Očakávaná reakcia
1	Používateľ zadá názov hviezdy, ktorú chce vyhľadať	Systém ho hlasovo naviguje k zadanej hviezde
2	Používateľ sa dostatočne priblíži ukazovadlom k zadanej hviezde	Systém používateľa upozorní a vypíše informácie o vybranej hviezde

Alternatívny scenár:

Krok	Akcia	Očakávaná reakcia
1	Používateľ vyberie možnosť dotazovania na polohu hviezdy zo strany systému	System vyberie hviezdu z vybranej časti hviezdnej oblohy a požiada používateľa o jej nájdenie prostredníctvom ukazovátka
2	Používateľ vyberie hviezdu a potvrdí voľbu	System vypíše správu, či používateľ vybral hľadanú hviezdu, alebo nie

**ID:** Scenár 3

**Názov:** Ovládanie aplikácie

**Vstupné podmienky:** užívateľ namieri laserový lúč na monitor

**Výstupné podmienky:** Kurzor myši sa presunie na vybrané miesto

Krok	Akcia	Očakávaná reakcia
1	Používateľ namieri ukazovadlo na sklo tak, aby bod ukazoval z jeho pohľadu na želaný objekt a potvrdí voľbu	System zobrazí obrazovku s informáciami o najbližšej hviezde
2	Používateľ potvrdí voľbu	System reaguje analogicky, ako pri potvrdení voľby prostredníctvom myši

## 6. Prototyp

Kapitola poskytuje prehľad prototypovaných častí systému. Prvá časť kapitoly uvádza dôvody, ktoré nás viedli k výberu častí, ktoré sme zaradili do prototypu. Nasledujúce odseky kapitoly uvádzajú popis funkcionality vytvorených častí systému.

### 6.1. Analýza rizík

Cieľom našej práce na prototyp bolo najmä overenie základných schopností systému. Za najdôležitejšiu a zároveň najkritickejšiu úlohu považujeme určenie, na ktorú hviezdu sa používateľ systému pozerá. Z toho dôvodu sme sa rozhodli implementovať nasledujúce funkcie:

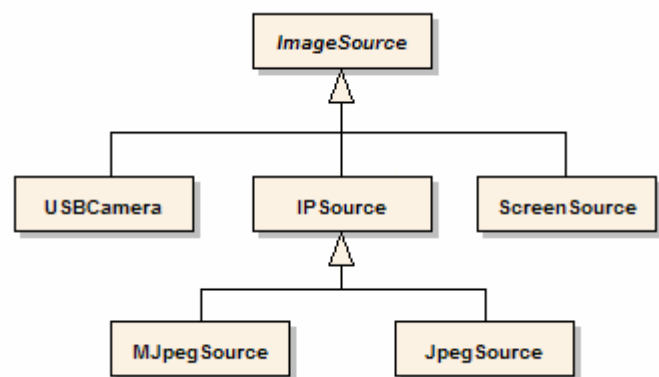
- Získanie obrazu z kamery
- Hľadanie bodu v obraze a vypočítanie azimutu a výšky
- Prepočet hviezdárskych súradníc a určenie najbližšej hviezdy

Pre umožnenie testovania v reálnych podmienkach sme moduly implementujúce uvedené funkcie integrovali do systému s jednoduchým používateľským rozhraním určeným na testovanie.

Menej kritickou funkciou systému je ovládanie hlasom. Dôležitým je ovládanie ako také, preto sme sa rozhodli v prototyp vytvoriť jednoduchší variant a pokročilé ovládanie pomocou používateľom definovaných povelov sme ponechali na neskoršiu fázu vývoja systému. Pre overenie schopnosti prepojenia na databázu sme do prototypu zaradili lokálnu databázu.

### 6.2. Získavanie obrazu z kamery

Prvým vytvoreným modulom systému bol VideoSource. Jeho úlohou je poskytovať systému obraz z pripojenej webovej, alebo IP kamery. Zjednodušený diagram tried (pozri Obr. 14) ukazuje závislosť medzi spôsobmi pripojenia na kameru. Po výbere typu kamery stačí vo zvyšku systému stačí používať

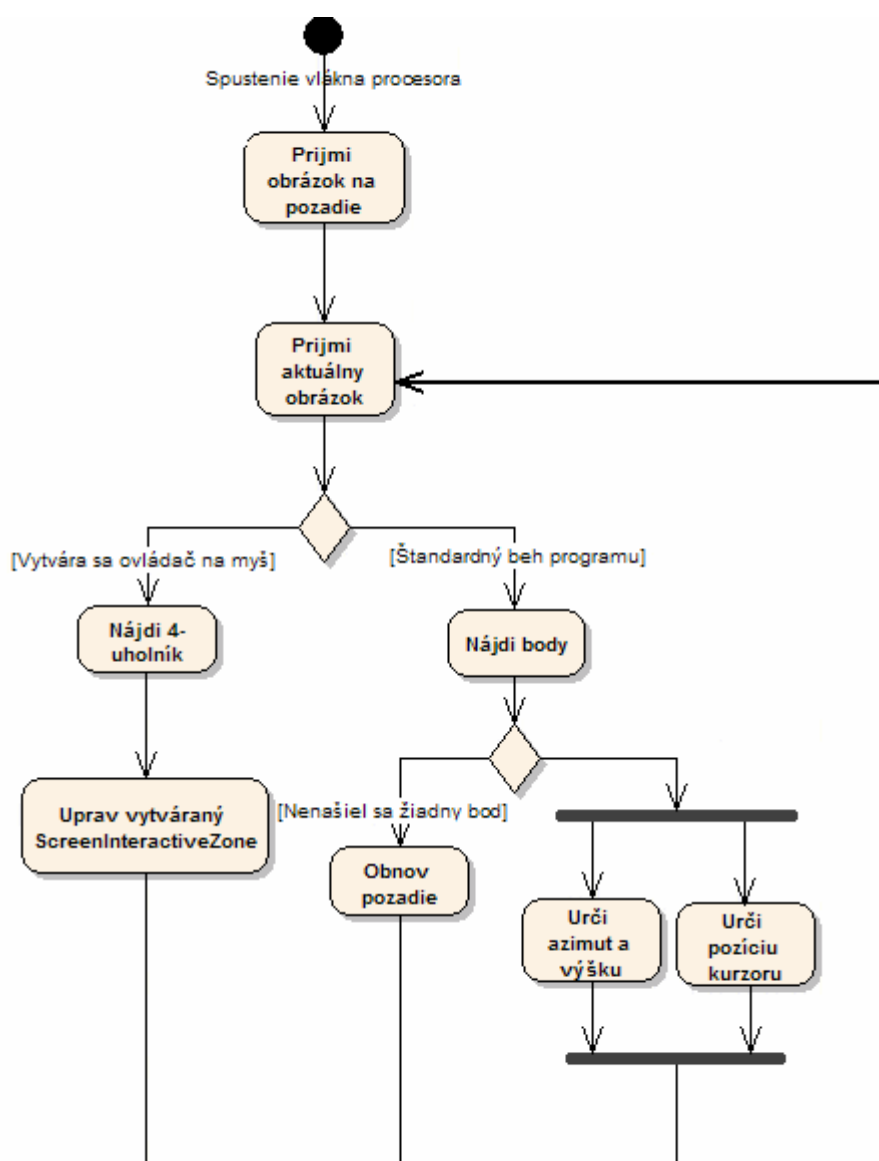


Obr. 14. Diagram tried modulu VideoSource

základnú triedu ImageSource, ktorá po získaní obrázku vyvoláva príslušnú udalosť. Testovanie komponentu s rôznymi rozlíšeniami obrazu pri 1 až 30 obrázkoch za sekundu preukázalo, že príjem obrazu z jednej kamery neprináša žiadne podstatné výkonnostné nároky na systém.

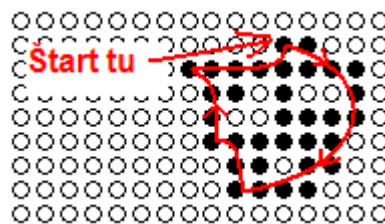
### 6.3. Hľadanie bodu v obraze a výpočet azimutu a výšky

Spracovanie obrazu z kamery zabezpečuje v systéme modul ImageProcessor. Procesor pracuje v cykloch (pozri Obr. 15) začínajúcich príjmom obrázka. Nasleduje vyhľadanie bodov a ich vyhodnotenie. Ďalší obrázok sa prijíma až keď je predchádzajúci spracovaný, čím sa zamedzí zdržovaniu systému.



Obr. 15. Cyklus ImageProcessora

Vyhľadávanie útvarov v obraze začína porovnaním aktuálneho obrazu s obrazom pozadia v čierno-bielom formáte. V získanom binárnom poli sa následne určia okraje zmenených oblastí tak, že sa postupuje po bodoch binárneho poľa označených ako true pridŕžajúc sa jednej strany oblasti až k začiatočnému bodu okraja (pozri Obr. 16). Ak je rozpoznaná oblasť dostatočne veľká, teda nie je prehlásená za šum, jej stred predstavuje hľadaný bod.



**Obr. 16. Určovanie okraju oblasti**

Začína sa na prvom nájdenom zmenenom bode (prvý zhora a zľava), potom postupuje po zmenených bodoch tak, aby po ľavej strane bol vždy nezmenený

Azimut a výška sa počítajú podľa návrhu danom kapitolou 5.2 Určovanie pozície hviezd. Implementácia je doplnená o určenie kvadrantu kam sa používateľ pozerá, ktorý sa výpočtom dĺžky úsečiek stráca.

Prototyp obsahuje aj ešte nie kompletne otestovanú metódu pre aproximáciu danej oblasti štvoruholníkom, čo je dôležité pri ovládaní kurzoru myši pre nájdenie monitora. Algoritmus začína rovnako ako pri hľadaní bodu a pokračuje hľadaním 4 lokálnych maxim vzdialenostnej funkcie. Vzdialenostná funkcia predstavuje vzdialenosť bodu okraja od stredu. Šum a aproximácia spojitého priestoru len niekoľkými pixlami spôsobí, že lokálnych maxim je viac než potrebujeme. Preto sa po rozpoznaní N maxim funkcie tieto filtrujú tak, že body [k+1] sa odstráni vtedy, ak je vo vzdialenosti L od priamky medzi bodmi [k] a [k+2]. Vzdialenosť L sa zvyšuje až kým nemáme iba hľadaný počet vrcholov. Prototyp je doplnený aj o výpočet novej pozície kurzoru myši na základe vzdialeností od hrán 4-uholníka. Prototyp však neobsahuje nahradenie oblasti monitora v obrázku pozadia aktuálnym snímkom monitora, nakoľko potrebné projektívne zobrazenie plánujeme do systému implementovať až v letnom semestri.

## 6.4. Určenie najbližšej hviezdy

Vyhľadávanie v hviezdárskych katalógoch zabezpečujú v rámci prototypu nasledovné moduly:

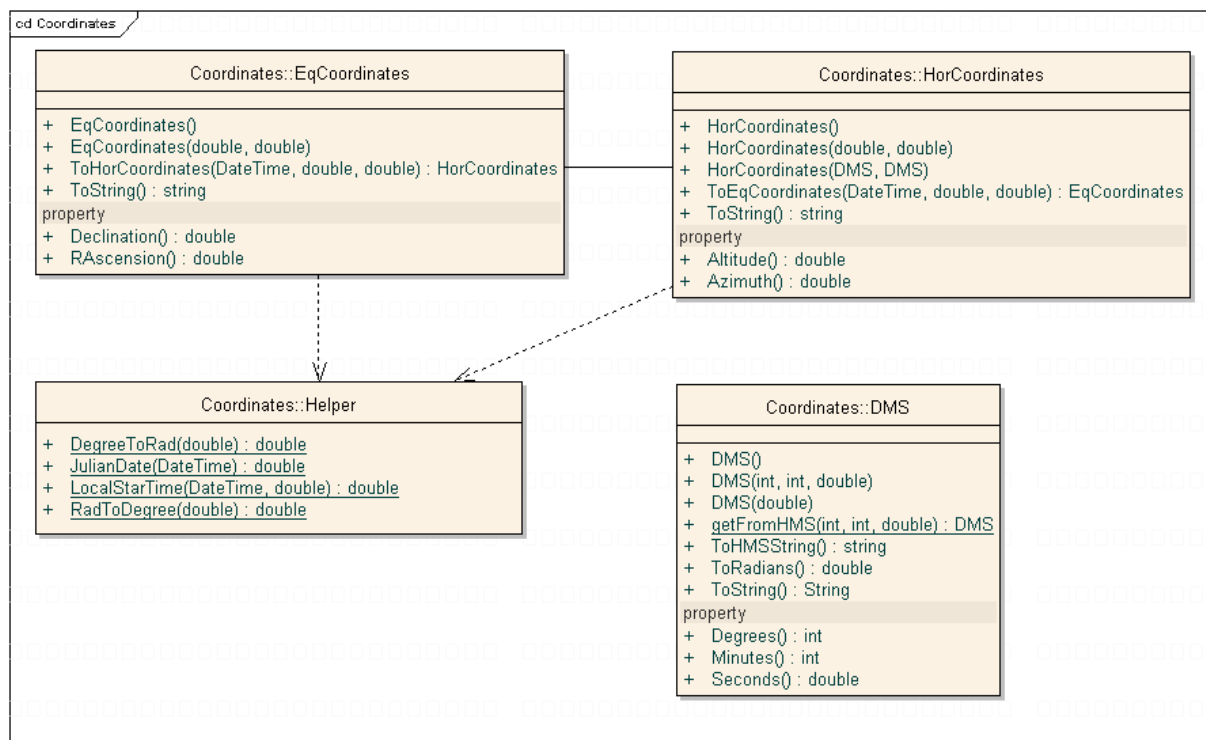
- Coordinates – prevody súradníc medzi jednotlivými súradnicovými systémami a pomocné triedy pre prácu s uhlami
- Star Catalogue – katalógy nebeských telies, vyhľadávanie v katalógoch na základe ich špecifických súradnicových sústavách
- Star Finder – správa katalógov pre vyhľadávanie, prevod medzi súradnicovými sústavami pre konkrétne katalógy

### 6.4.1. Modul Coordinates

Modul Coordinates zabezpečuje prevod medzi rôznymi súradnicovými sústavami. Pre úroveň prototypu je implementovaný iba prevod medzi rovníkovou a horizontálnou súradnicovou sústavou.

Súradnice sú pre každú sústavu reprezentované jednou triedou. Trieda EQCoordinates predstavuje súradnice v rovníkovej súradnicovej sústave, v ktorej sa udáva poloha hviezd. Vlastnosti triedy sú deklinácia a rektascenzia v rovníkovej súradnicovej sústave. Pre horizontálnu súradnicovú sústavu sa používa trieda HorCoordinates, ktorá obsahuje vlastnosti azimut a výšku. Obidve triedy okrem konštruktorov obsahujú metódy pre prevod na opačnú súradnicovú sústavu. Tieto metódy vyžadujú ako parametre čas pozorovania a geografické súradnice príslušného miesta na Zemi, keďže horizontálna súradnicová sústava je na nich závislá. Modul obsahuje ďalšie dve pomocné triedy. Metódy triedy Helper poskytujú prevod na Juliánsky dátum a výpočet lokálneho hviezdneho času, ktoré sú potrebné pri prepočte súradníc. Trieda DMS zapuzdruje uhly, ktoré môžu byť pomocou metód a vlastností tejto triedy získavané v stupňoch, radiánoch alebo v hodinách podľa potreby. Diagram tried môžeme vidieť na Obr. 17.





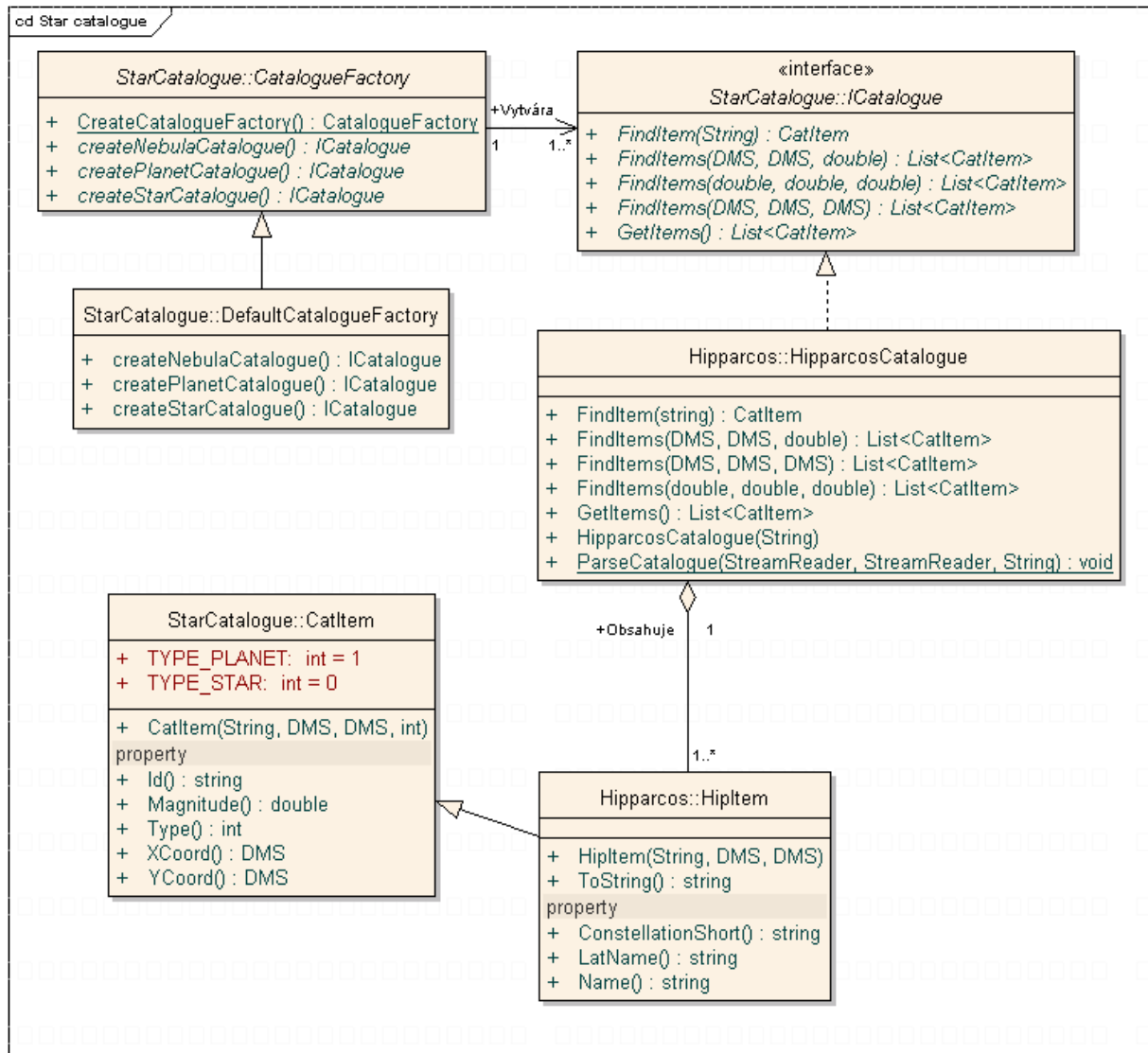
Obr. 17. Diagram tried modulu Coordinates

## 6.4.2. Modul Star Catalogue

Triedy modulu Star Catalogue zabezpečujú správu a načítavanie hviezdnych katalógov. Prístup ku katalógu nebeských telies definuje rozhranie ICatalogue. Deklarované metódy slúžia pre prístup k položkám katalógu cez id v alebo súradnice. Pre úroveň prototypu je implementovaný katalóg hviezd, ktorý vychádza z katalógu Hipparcos. Poloha hviezd sa v tomto katalógu udáva v rovníkovej súradnicovej sústave a preto metódy v katalógu očakávajú súradnice v tejto súradnicovej sústave. Trieda HipparcosCatalogue používa XML súbor pre reprezentáciu katalógu ako jednoduchú databázu. Preto obsahuje aj metódu ParseCatalogue, ktorá tento súbor vytvorí na základe originálneho súboru katalógu.

Trieda CatItem obsahuje vlastnosti nebeských telies a bude slúžiť na ich reprezentáciu. V tejto triede sú definované iba súradnice, magnitúda, typ a identifikácia položky podľa katalógu. Samotné hviezdy katalógu Hipparcos sú zastúpené triedou HipItem, ktorá dedí vlastnosti triedy CatItem a v súčasnej verzii dopĺňa názov hviezd, pokiaľ je tento definovaný.

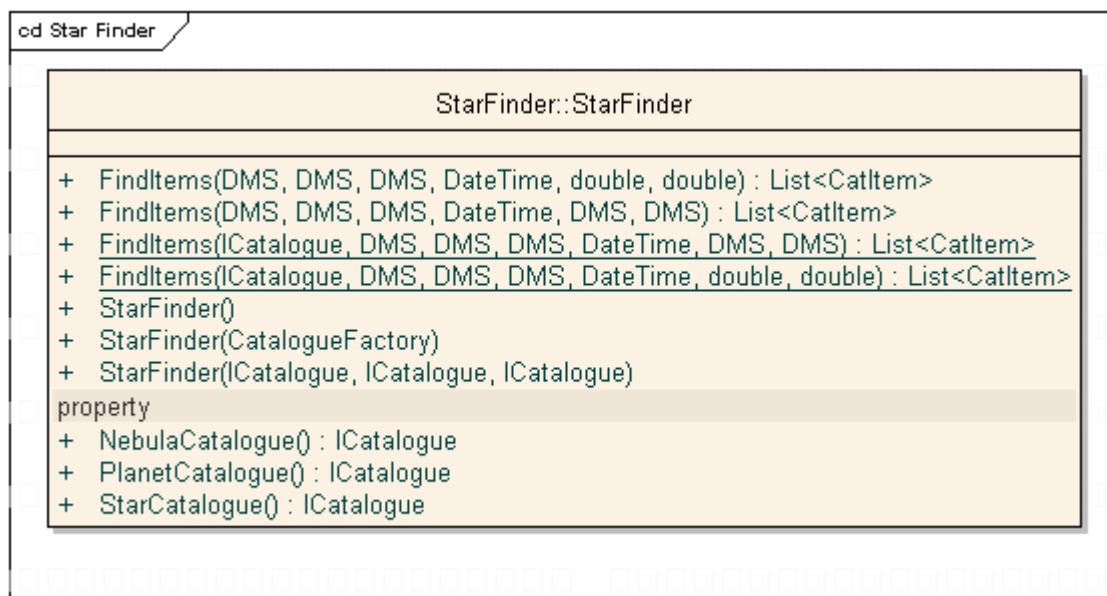
Vytváranie katalógov zabezpečujú potomkovia triedy CatalogueFactory. Na úrovni prototypu ide o jednu triedu DefaultCatalogueFactory, ktorá implementuje iba metódu createStarCatalogue, kde vytvorí inštanciu triedy HipparcosCatalogue. Triedy a vzťahy medzi nimi v module Star Catalogue sú zobrazené na Obr. 18.



Obr. 18. Diagram tried modulu Star Catalogue

### 6.4.3. Modul Star Finder

Úlohou modulu Star Finder je vyhľadávať v katalógoch hviezd podľa zadaných súradníc. Na úrovni prototypu obsahuje jednu triedu StarFinder, ktorá zapuzdruje vyhľadávanie v katalógoch na základe súradníc horizontálnej súradnicovej sústavy. Trieda je zobrazená na Obr. 19. Jeho úlohou je tiež zjednodušiť správu katalógov a zabezpečenie vytvorenia iba jednej inštancie tried katalógov. Metódy pre vyhľadávanie v katalógu očakávajú súradnice v horizontálnej súradnicovej sústave, uhlovú vzdialenosť, do ktorej sa vyhľadáva a čas a miesto pozorovania. V prototypy sa vyhľadáva iba v katalógu hviezd, vo finálnej verzii bude vyhľadávanie rozšírené o hľadanie všetkých prírodných viditeľných telies v danej oblasti. Okrem toho trieda umožňuje aj priamy prístup ku katalógom pomocou svojich vlastností.



Obr. 19. Trieda StarFinder zabezpečujúca vyhľadávanie v katalógoch

## 6.5. Ovládanie hlasom

Jednou z funkcionálnych požiadaviek uvedených v špecifikácii projektu je ovládanie aplikácie hlasom. V prototype je ovládanie aplikácie hlasom riešené použitím nástroja SAPI. Ten umožňuje rozpoznať anglicky hovorené slová a na základe ich rozpoznania vykonať určenú činnosť. Aplikácia obsahuje základnú množinu príkazov, ktoré je možné aktivovať hlasom. Tieto príkazy sú definované v externom súbore, takže je možné ich meniť.

Nevýhodou a obmedzením použitia SAPI je možnosť rozpoznania iba anglických slov. A aj napriek tomu, že nie je predpokladaná veľká množina hlasových príkazov na ovládanie, môžu nastať problémy s rôznou výslovnosťou definovaných hlasových povelov. Riešením tohto problému by mal byť vlastný algoritmus na rozpoznávanie hlasových príkazov vo finálnej verzii projektu. Jeho princíp by bol založený na porovnávaní preddefinovaných hlasových povelov so vstupmi z mikrofónu. Tým by sa vyriešil problém rôznej výslovnosti slov rôznymi používateľmi, pretože každý používateľ by do nastavení aplikácie vložil vzory svojich vlastných hlasových povelov.

Prezentácia informácií používateľovi tiež využíva možnosti SAPI, konkrétne prevod textu na hovorené slovo. Text, ktorý je transformovaný na reč je získaný z HTML kódu. Ten však obsahuje veľa metainformácií, ktoré nie je vhodné podávať používateľovi. HTML kód preto obsahuje vopred definované značky na výber iba tých častí, ktoré sú podstatné. Tieto značky nemajú vplyv na zobrazenie obsahu HTML stránky v rozhraní aplikácie. Pri

transformácii textu na reč sú najskôr získané vybrané časti a následne sú používateľovi prezentované zvukovou formou.

## 6.6. Lokálna multimedialna databáza

Multimedialne informácie v systéme sú viacerých druhov. Medzi základné patria tie, ktoré plánujeme implementovať v letnom semestri – 3D interaktívne pohyby v slnečnej sústave, „rozbalenie“ mapy mesiaca, a aktuálny výrez oblohy s žiariacimi nebeskými telesami doplnenými o obrázky súhvezdí. Takto definovať vieme len niekoľko objektov, pričom množstvo ľudí má podrobnejšie informácie a môže sa o nich podeliť v kolaboratívnej encyklopédii. Do prototypu sme sa rozhodli zaradiť lokálnu databázu multimedialných údajov, ktorá bude neskôr aktualizovaná na základe zdieľanej kolaboratívnej encyklopédie. Realizovať ju v tejto fáze projektu sme sa rozhodli z dôvodu potreby databázy na počítači bez plnohodnotného databázového systému. Zvolili sme súborovú databázu.

### 6.6.1. Dostupné súborové databázy

Pre implementáciu lokálnej databázy sme zvolili súborovú relačnú databázu, ktorá uloží celú databázu v jednom súbore na disku. Takto aplikácia nebude závislá na externom databázovom serveri. Ako možnosti pre súborovú databázu sme zvažovali MS Access a SQLite.

#### MS Access

MS Access je nástroj na správu relačnej databázy od spoločnosti Microsoft, je súčasťou balíka Microsoft Office. Kombinuje relačný systém Microsoft Jet Database Engine (systém práce s databázou, na ktorom bola postavených niekoľko produktov Microsoftu) s grafickým používateľským rozhraním.

#### Výhody

- Jednoduchý, použiteľný a známy pre všetkých členov tímu
- Jednoducho akceptuje dáta z iných databázových systémov, ktoré majú ODBC konektivitu (Oracle, SQL Server)
- Dobrá spolupráca s .NET rámcom

#### Nevýhody

- Nemá spúšťače udalosti (trigger) databázy a uložené procedúry. Nie je vhodný pre správu veľkých databáz
- Málo typov dát

## SQLite

SQLite [23] je relačný databázový systém obsahujúci v relatívnej malej knižnici napísanej v jazyku C. Je vyvíjaný D. Richardom Hippom a šírený pod licenciou verejnej domény. SQLite pracuje bez serveru, ktorý by sa musel štartovať a spravovať, využíva vlastné súbory na lokálnom disku.

### Výhody

- Maximálna veľkosť databázy 2 teraslabiky
- Veľkosť reťazca a BLOB-u je obmedzená len voľnou pamäťou systému
- Jednoduché, ľahko pochopiteľné API
- Voľne dostupná databáza aj so zdrojovými kódmi

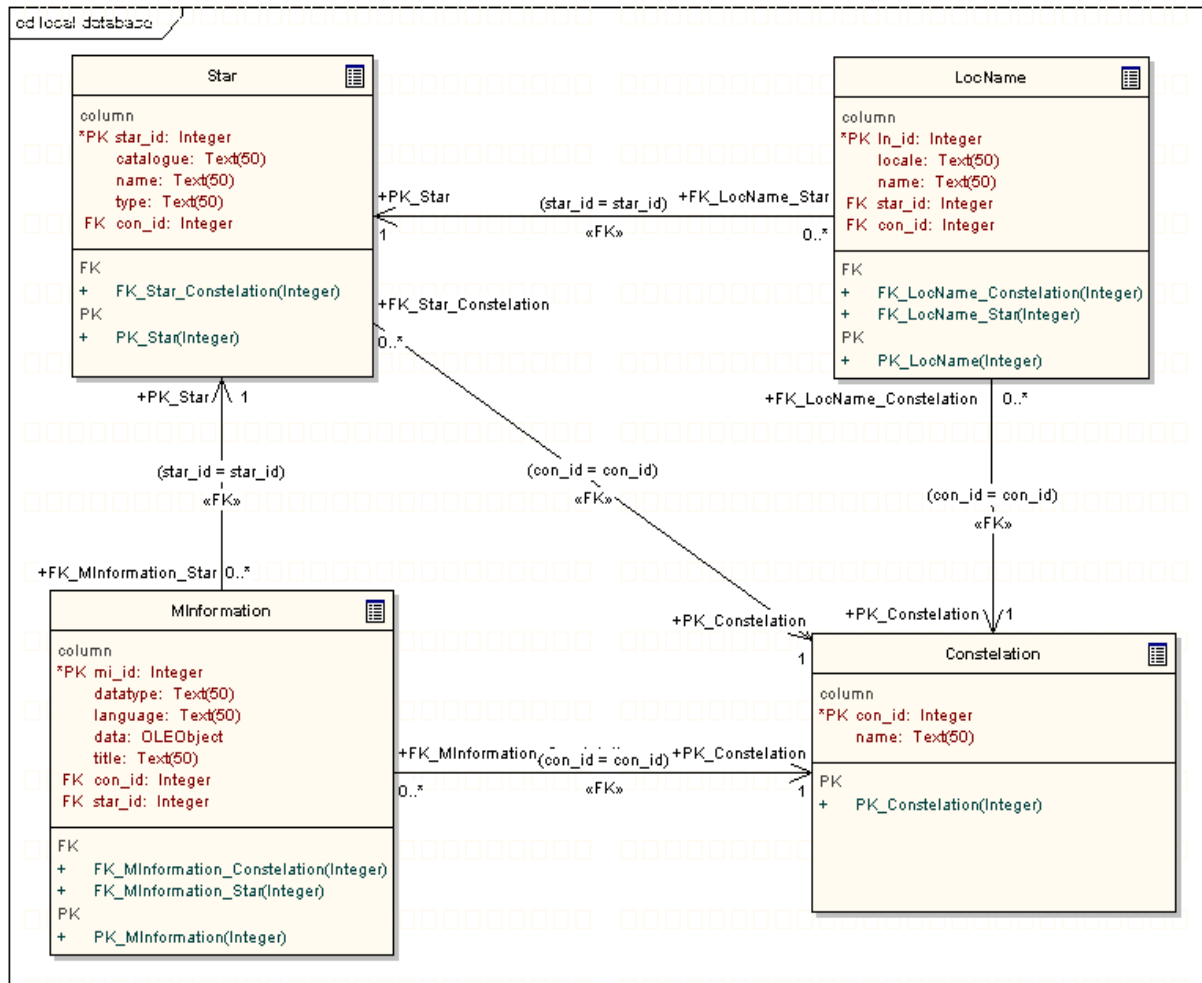
### Nevýhody

- Nie všetky vlastnosti jazyka SQL sú podporované
- Povolená iba jedna aktívna transakcia
- Chýbajúce skúsenosti s databázou

Pre lokálnu databázu údajov sme vybrali databázový systém MS Access, pretože je lepšie podporovaný na platforme .NET a tím má s jeho použitím väčšie skúsenosti.

## 6.6.2. Lokálna databáza

Fyzický model údajov vychádza z logického modelu pre lokálnu databázu. Doplnené sú typy údajov podľa zvolenej databázy, privátne a cudzie kľúče. Fyzický model údajov je zobrazený na Obr. 20 ako diagram tabuliek.



Obr. 20. Diagram tabuliek lokálnej databázy

## 6.7. Zhodnotenie prototypu

Prototyp mal overiť základné predpoklady použitia systému. Podarilo sa nám implementovať a otestovať rozpoznávanie bodov v obraze. Využitím nájdených bodov určuje systém smer pohľadu používateľa. Prvý test v reálnych podmienkach odhalil značnú nepresnosť, ktorá - ako sa neskôr ukázalo - bola spôsobená chybou vo výpočtoch. Napriek tomu sme stanovili postup ako zabezpečiť vyššiu presnosť. Prvou pomôckou je umiestnenie hlavy na látku („húpaciú sieťku“) udržiavajúcu konštantnú vzdialenosť hlavy od skla. Druhý krok uľahčuje postup určovania sklonu kamery tak, že sa vždy bude mieriť na stred stola, pričom systému sa v budúcnosti budú zadávať len rozmery tohto stola. Nakoniec prototyp poukázal na fakt, že ukazovadlo by bolo lepšie umiestniť nie na kraj hlavy, ale medzi oči, čo používateľovi zjednoduší výber pozorovaného objektu. Druhý test v reálnych podmienkach sme plánovali vykonať posledný týždeň semestra, no neustále zamračená obloha nám to nepovolila. Vzorové príklady však systém už spracovával správne aj po integrácii komponentov pre prácu s hviezdami.

Podarilo sa nám implementovať pre astronomický systém nevyhnutné prepočty hviezdárskych súradníc, ktorých správnosť sme overili na hviezdach. Naštudovali sme literatúru potrebnú pre zvládnutie vyhľadávania planét a voľným okom viditeľných hviezdokôp, čo nám umožní bezproblémovú implementáciu tejto funkcionality do finálnej verzie produktu.

Do prototypu sme sa rozhodli zaradiť základné ovládanie hlasom, ktoré je v terajšej verzii určené na testovacie účely a preto sme ho so zvyškom systému ešte neintegrovali. Pre stanovené obmedzenia na prototyp sa javí ako postačujúce rovnako ako aj čítanie filtrovaného HTML pomocou syntézy reči.

Vytvorený prototyp pokladáme za dobrý základ pre úspešnú implementáciu celého systému.

## 7. Záver

Po oboznámení sa s ideou súťaže Europrix TTA sme navrhli niekoľko alternatívnych námetov, ktoré sme paralelne rozvíjali, aby sme následne vybrali ten z nášho pohľadu najzaujímavejší a najoriginálnejší. Následne sme analyzovali existujúce riešenia s podobným zameraním a takisto softvérové a hardvérové prostriedky, potrebné pre realizáciu projektu. Pokračovali sme tvorbou formálnej špecifikácie a hrubého návrhu systému.

V letnom semestri plánujeme doplniť ďalšiu funkcionality a sústrediť sa na tvorbu finálnej verzie, ktorá bude po dôkladom otestovaní prihlásená do súťaže Europrix TTA.



## Zoznam použitej literatúry

- [1] The EUROPRIX Top Talent Award  
<http://www.toptalent.europrix.org/>
  
- [2] Stellarium homepage  
<http://www.stellarium.org/>
  
- [3] Celestia homepage  
<http://www.shatters.net/celestia>
  
- [4] Hajduk, A., et. al.: Encyklopédia astronómie. Obzor, Bratislava. 1987
  
- [5] IRISCOM - Computer control by eye-tracking  
<http://www.iriscom.org>
  
- [6] Look device - University of Ulster news release  
<http://news.ulster.ac.uk/releases/2002/631.html>
  
- [7] Tobii Technology  
<http://www.tobii.se>
  
- [8] Vspeech website  
<http://vspeech.sourceforge.net/index.htm>
  
- [9] Florian, A: How to build a cascade of boosted classifiers on Haar-like features.  
In: OpenCV's rapid Object Detection, 2003.
  
- [10] Intel Corporation: Open Source Computer Vision Library. 2006.  
<http://www.intel.com/technology/computing/opencv/index.htm>
  
- [11] Public Astronomical Catalogues and Lists  
<ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/cats/>
  
- [12] noReco – homemade speech recognition  
<http://www.mperfect.net/noReco/>
  
- [13] Voice Activation & Annunciation using Visual C# 2003  
<http://www.emant.com/676008.page>

- [14] C# Tutorial: Introduction to Microsoft Agent  
[http://www.deitel.com/articles/csharp\\_tutorials/20051111/MicrosoftAgent\\_Page1.html](http://www.deitel.com/articles/csharp_tutorials/20051111/MicrosoftAgent_Page1.html)
- [15] Microsoft Agent home page  
<http://www.microsoft.com/products/msagent/default.asp>
- [16] Portland Pattern Repository  
<http://c2.com/ppr/>
- [17] Wikipedia – the free encyclopedia  
<http://www.wikipedia.org>
- [18] IrDA: Infrared Data Association  
[http://www.cs.utexas.edu/~ypraveen/surveys/wlan\\_security/node13.html](http://www.cs.utexas.edu/~ypraveen/surveys/wlan_security/node13.html)
- [19] IrDA interfacing to PCs  
<http://www.eix.co.uk/Articles/IrDA/Welcome.htm>
- [20] Papyrus Computer Technologies Ltd.  
[http://www.papyrus.co.il/FAQ/infrared\\_\(irda\).htm#Q.%20What%20are%20the%20two%20basics%20of%20the%20IrDA%20standards](http://www.papyrus.co.il/FAQ/infrared_(irda).htm#Q.%20What%20are%20the%20two%20basics%20of%20the%20IrDA%20standards)
- [21] UIR – Universal Infrared Receiver  
<http://fly.srk.fer.hr/~mozgic/UIR/>
- [22] Building an Infrared Transmitter for Your PC  
<http://www.hardwaresecrets.com/article.php?id=86>
- [23] SQLite  
<http://www.sqlite.org/>
- [24] Pokorný, Z.: Astronomické algoritmy pro kalkulátory, Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 1988, 88 s.
- [25] FTP Facilities at CDS, 2001, <ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/cats/I/239/>,  
prístupované 12.12.2006.

## Príloha A. Technická dokumentácia

Príloha obsahuje technické informácie o vybraných častiach v rámci implementácie prototypu.

### 7.1. Hľadanie útvarov v obraze

Hľadanie útvarov v obraze je implementované v komponente ImageProcessor. Prvým krokom je získanie binárneho poľa udávajúceho, ktoré body obrazu sa v porovnaní s pozadím zmenili a ktoré nie. Porovnávanie je realizované v triede BitmapComparer. Metóda GetChangedLocations pripravuje obrázky pre metódu CompareImages, ktorá usudzuje o zmene obrázku priamo po pixloch:

```
byte* curr = (byte*)currData.Scan0.ToPointer();
byte* back = (byte*)backData.Scan0.ToPointer();

for (int y = 0; y < height; y++)
{
    // for each pixel
    for (int x = 0; x < width; x++, curr += 3, back += 3)
    {
        // grayscale value using BT709
        float a = 0.2125f * curr[/*RGB.R*/2] + 0.7154f *
curr[/*RGB.G*/1] + 0.0721f * curr[/*RGB.B*/0];
        float b = 0.2125f * back[/*RGB.R*/2] + 0.7154f *
back[/*RGB.G*/1] + 0.0721f * back[/*RGB.B*/0];

        // difference & tresholding
        if (Math.Abs(a - b) > threshold)
        {
            pixelsChanged++;
            changes[x, y] = true;
        }
    }
    curr += currOffset;
    back += backOffset;
}
```

Pre potreby systému icPoint nebolo možné použiť štandardný spôsob redukcie šumu, kedy sa neporovnávajú priamo pixle ale až priemer susedných (typicky) osmíc pixlov. Testovanie takejto metódy ukázalo, že často by sa odfiltroval aj hľadaný bod z ukazovadla. Namiesto toho sa nájdu obrysy zmenených oblastí v binárnom poli changes[,], ktoré označuje zmenené body obrazu. Hľadanie obrysov je realizované metódou GetContour triedy ShapeFinder:

```
List<Point> pts = new List<Point>();
int x=startFrom.X;
int y = startFrom.Y;
if (bitmap[x, y] == false)
    return pts;
// obmedzenia
```

```
int xMax = bitmap.GetLength(0);
int yMax = bitmap.GetLength(1);
int rotation = 0; // 0 dolava, 1 dole, 2 doprava, 3 hore

// budem sa drzat laveho okraja, v kazdom kroku sa musim pohnut aspon
o jeden bod
do
{
    // mame bod okraja
    pts.Add(new Point(x, y));

    // najprv sa skusim pohnut v smere o jedno viac dolava (teda v
smere o -90 stupnov oproti aktualnemu)
    rotation = (rotation + 3) % 4;
    int dirx;
    int diry;
    for (int i = 0; i < 4; i++)
    {
        GetDirection(rotation, out dirx, out diry);
        int nX = x + dirx;
        int nY = y + diry;
        if (nX >= 0 && nY >= 0 && nX < xMax && nY < yMax &&
bitmap[nX, nY])
        {
            x = nX;
            y = nY;
            break;
        }
        rotation = (rotation + 1) % 4;
    }
}
while (x != startFrom.X || y != startFrom.Y);

return pts;
```

Na základe obrysu je známy obvod oblasti. Ak je príliš malý, považuje sa daný bod za šum. Inak sa stred tejto oblasti označí za nájdený bod. Ak sa nehľadá bod ale n-uholník, tak sa vypočítajú vzdialenosti od stredu - vzdialenosťná funkcia – a nájdu sa jej lokálne maximá. Uvedené je realizované v metóde DistanceFunction, ktorá najprv nájde všetky lokálne maximá ako body, ktorých vzdialenosť od stredu je väčšia než vzdialenosť oboch susedných bodov okraja. Kým je bodov v získanom poli viac než n, odoberá všetky také body [k+1], ktorých vzdialenosť od priamky danej bodmi [k] a [k+2] je menšia ako L. L sa zvyšuje sa každým úplným prejením poľa.

## 7.2. Astronomické algoritmy

Všetky astronomické algoritmy, prevody a vzorce vychádzajú z knihy Astronomické algoritmy pro kalkulátory [24].

### 7.2.1. Prevod medzi súradnicovými sústavami

Pri prevode medzi horizontálnou a rovníkovou súradnicovou sústavou je potrebné vypočítať polohu Jarného bodu a Juliánsky dátum zo zadaného dátumu. Tieto výpočty zabezpečujú metódy v triede Helper modulu Coordinates. Výpočet Juliánskeho dátumu z aktuálneho dátumu vykonáva metóda JulianDate:

```

if (month == 1 || month == 2)
{
    year = year - 1;
    month = month + 12;
}

double jd = (int)(365.25 * (double)year) + (int)(30.6001 *
(double)(month + 1)) + day + 1720994.5;
if (time.CompareTo(new DateTime(1582, 10, 15)) > 0)
{
    int a = year / 100;
    int b = 2 - a + a / 4;
    jd = jd + b;
}
return jd;

```

Výpočet lokálneho hviezdneho času je implementovaný metódou LocalStarTime.

Tento prevod je už závislý od zemepisnej dĺžky miesta pozorovania:

```

double julian = JulianDate(time);

double t3 = (julian - 2451545.0) / 36525;

double S0 = 6.697374558 + 2400.05133691 * t3 + 0.0000258622 *
t3 * t3 - 0.0000000017 * t3 * t3 * t3;
S0 = S0 % 24;
if (S0 < 0)
{
    S0 = 24 + S0;
}

double S = S0 + 1.0027379093 *
((double)time.ToUniversalTime().Hour +
(double)time.Minute) / 60.0 +
((double)time.Second) / 3600.0);
double s = S + RadToDegree(longitude)/15 ;
return (s*15)%360;

```

Samotný prevod zabezpečujú triedy EqCoordinates a HorCoordinates. Pre prevod je potrebná zemepisná dĺžka, šírka a miestny čas. Ukážka zdrojového kódu demonštruje prevod z horizontálnej súradnicovej sústavy na rovníkovú:

```

double dec = Math.Asin(Math.Sin(latitude) * Math.Sin(altitude) +
    Math.Cos(latitude) * Math.Cos(altitude) * Math.Cos(Azimuth));

double l = Math.Acos((Math.Cos(latitude) * Math.Sin(altitude) -
    Math.Sin(latitude) * Math.Cos(altitude) * Math.Cos(Azimuth)) /
    (Math.Cos(dec)));
if (Math.Sin(azimuth) > 0)
{

```

```

        l = 2*Math.PI - l;
    }
    double lst= Helper.DegreeToRad(Helper.LocalStarTime(time,longitude));
    double ra = lst - l;

```

Po tomto výpočte dôjde ešte k úprave hodnôt ra (rektascenzia) a dec (deklinácia) na uhly v intervale 0 až  $2\pi$ .

### 7.2.2. Katalóg hviezd a vyhľadávanie v katalógu

Na úrovni prototypu sa ako katalóg hviezd využíva katalóg Hiparchos, ktorý vznikol ako výsledok astronometrickej misie agentúry ESA. Ide o údaje merané pomocou satelitu Hipparcos počas rokov 1989 – 1993. Súbor katalógu sú prístupné vrátane popisu napríklad na adrese [25]. Hlavný súbor katalógu je textový súbor, ktorý je pomerne veľký a obsahuje hviezdy do značnej magnitúdy, ktoré v rámci prototypu nevyužijeme. Tiež pre vyhľadávanie je samotný súbor nevhodný. Pre použitie katalógu v aplikácií je vyhľadávanie na základe rektascenzie a deklinácie zbytočné, pretože tieto súradnice nezachytávajú skutočnú uhlovú vzdialenosť medzi hviezdami. Uhlová vzdialenosť d dvoch nebeských telies je pri zadaných rovníkových súradniciach daná vzorcom podľa literatúry [24]:

$$\alpha_1, \delta_1 - \text{rektascenzia a deklinácia prvého telesa}$$

$$\alpha_2, \delta_2 - \text{rektascenzia a deklinácia druhého telesa}$$

$$\cos d = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2)$$

Pre potreby vyhľadávania je zo súboru pomocou metódy ParseCatalogue v triede HipparcosCatalogue vytvorený XML súbor, ktorý obsahuje pôvodný identifikátor, rektascenziu a deklináciu hviezdy, magnitúdu hviezdy. Do výsledného súboru sú vkladané iba hviezdy s magnitúdou menšou ako 6, čo je hranica pre viditeľnosť hviezdy za veľmi dobrých podmienok.

Vyhľadávanie v súbore je realizované na základe XPath dotazov. Jazyk XPath však priamo na platforme .NET nepodporuje matematické funkcie cos a sin a tiež by vyhľadávanie na základe týchto funkcií bolo pomalé. Preto XML súbor obsahuje už predpočítané hodnoty cos a sin pre deklináciu aj rektascenziu. Vzorec pre výpočet vzdialenosti je upravený na nasledujúci vzorec:

$$\cos d = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 (\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 )$$

Ukážka XML súboru katalógu:

```
<Hipparcos>
  <star id="88" ra="0.0046978445699514" dec="-0.82362329808453"
    cosra="0.999988965148493" sinra="0.00469782728993295"
    cosdec="0.679567575606047" sindec="-0.733612915770244"
    magnitude="5.71" name="τ_Phe" />
  ...
</Hipparcos>
```

Vyhľadávanie v XML súbore na základe uhlovej vzdialenosti implementuje nasledujúci kód v metóde FindItems triedy HipparcosCatalogue. Najprv sa predpočítajú hodnoty sin a cos zo zadaných súradníc bodu okolo ktorého sa vyhľadáva a potom sa použije nasledujúci kód:

```
String query = "/Hipparcos/star[ @sindec * " + sdec.ToString(NumberFormat)
  + " + @cosdec * " + cdec.ToString(NumberFormat) +
  " * ( @cosra * " + cra.ToString(NumberFormat) +
  " + @sinra * " + sra.ToString(NumberFormat) + " ) > " +
  cdist.ToString(NumberFormat) + " ]";
XPathNodeIterator ni = nav.Select(query);
while (ni.MoveNext())
{
  // vytvorenie HipItem instancii na zaklade atributov poloziek v ni
  // a ich pridanie do zoznamu, ktory sa na koniec vrati
}
```

Vyhľadávanie na základe horizontálnych súradníc implementujú metódy FindItems v triede StarFinder:

```
public List<CatItem> FindItems(DMS xcoord, DMS ycoord, DMS distance,
  DateTime dt, double longitude, double latitude)
{
  HorCoordinates hc = new HorCoordinates(ycoord, xcoord);
  EqCoordinates ec = hc.ToEqCoordinates(dt, longitude, latitude);
  return StarCatalogue.FindItems(ec.RAscension, ec.Declination,
    distance.ToRadians());
}
```

Vrátený zoznam obsahuje položky katalógu v poradí, v akom sa nachádzali v katalógu. Preto obsahuje modul Star Catalogue aj dve implementácie rozhrania IComparer, ktoré umožňujú zoradiť vrátený zoznam podľa vzdialenosti k danej pozícii (PosComparer) a magnitúdy hviezdy (MagnitudeComparer).

V rámci implementácie výsledného produktu bude potrebné rozšíriť súbor katalógu o ďalšie údaje o hviezdach z pôvodného súboru. Bude potrebné implementovať vyhľadávanie

planét a ostatných nebeských telies blízko k danej pozícií a z toho vyplýva aj prevod z a na ekliptikálne súradnice. Bude sa vychádzať z už navrhnutého rozdelenia tried a vyhľadávanie na základe rovníkových súradníc sa jednoducho doplní do modulu StarFinder. Zlepšenie presnosti dosiahneme aj započítavaním skreslenia spôsobeného atmosférou, ktoré aktuálne implementované nie je.