5. Geolokácia

Geolokácia je určenie geografickej polohy. Mnohé mobilné zariadenia vedia určiť svoju polohu pomocou geolokačného senzora a/alebo pripojenia na internet. Údaje o geografickej polohe využívajú mobilné aplikácie rôznym spôsobom, napríklad na navigovanie do cieľa, zaznamenanie trasy, označenie fotografie údajom, kde bola zhotovená, hranie exteriérových hier, zdieľanie polohy s priateľmi a podobne. V tejto kapitole uvádzame námety na dva projekty, ktorých cieľom je vytvorenie aplikácie využívajúcej údaje o polohe.

5.1. Reverse caching

Kľúčové slová

GPS, trilaterácia, emulovanie GPS, digitálna mapa, kreslenie do mapy, skupina blokov Any component

Čo sa naučíme a čo si precvičíme

- princíp GPS – určenie polohy na Zemi pomocou trilaterácie,
- ladiť aplikáciu pomocou emulovania vstupov z geolokačného senzora,
- spracovávať údaje o polohe z geolokačného senzora,
- vypočítať vzdialenosť aktuálnej polohy od danej geografickej polohy,
- zobrazovať v aplikácii svoju polohu na mape a kresliť do mapy,
- používať bloky zo skupiny Any component.

Príprava na výučbu

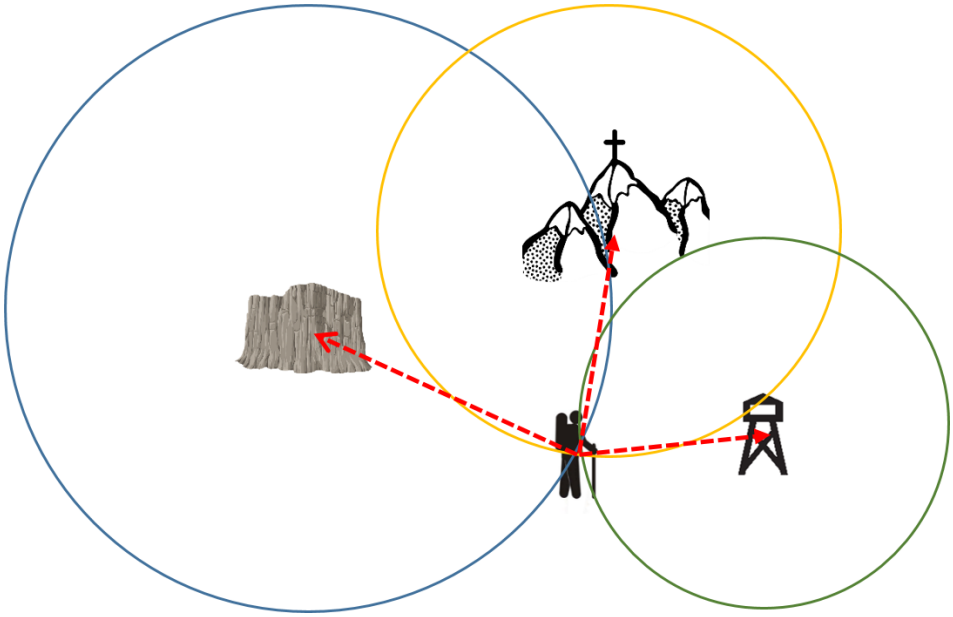
Prerekvizity: spracovanie zoznamov (etuda 2.8), spracovanie údajov z GPS senzora (etuda 2.9).

Pomôcky: aplikácia GPS Emulator na generovanie falošnej geografickej polohy mobilného zariadenia (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rosteam.gpsemulator), voliteľné – počítačová prezentácia princípu trilaterácie, značky (nálepky) na označenie miesta v teréne pri testovaní aplikácie.

Čo zaujímavé môžeme zistiť?

Predstavme si človeka strateného niekde v horách, ktorý vysielačkou nadviazal spojenie so záchranármi. Zo svojej pozície vidí tri výrazné objekty: rozhľadňu, vrchol kopca s krížom a výraznú skalu. Záchranárom nahlási odhadom vzdialenosť od týchto troch miest. Ako ho záchranári nájdu?

Záchranári si na mape nájdu tri spomínané objekty. Stratený turista sa bude nachádzať niekde na kružniciach okolo objektov v danej vzdialenosti. Ak turista záchranárom správne odhadne svoju vzdialenosť od troch objektov, kružnice sa pretnú v jednom bode, na ktorom sa nachádza. Tento princíp určovania polohy sa volá *trilaterácia* (obr. 5.1.1). Ak turista neudá vzdialenosti celkom presne, kružnice sa nepretnú v jednom bode, ale aspoň bližšie vymedzia priestor, na prehľadávanie ktorého sa záchranári zamerajú.

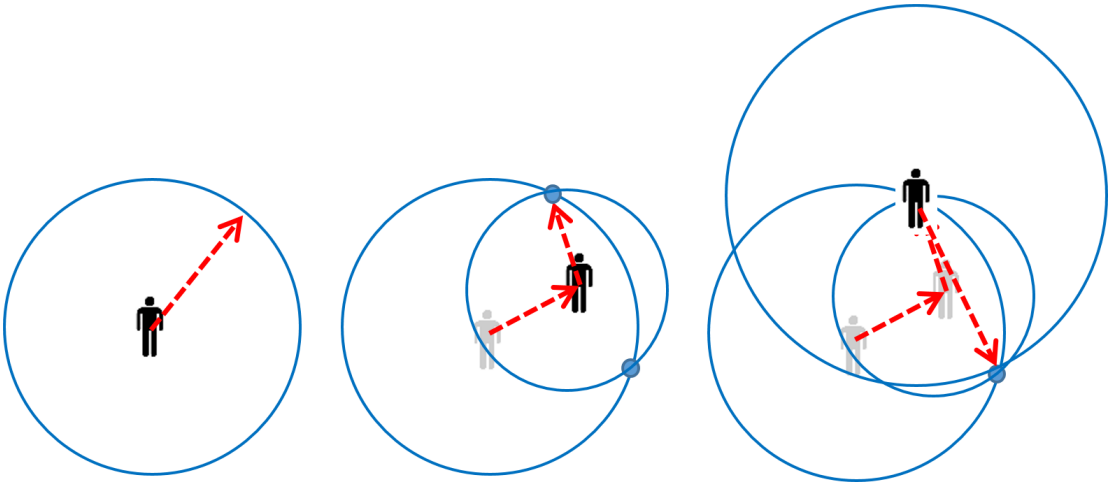


Obr. 5.1.1 Princíp trilaterácie

Podobne funguje princíp určovania polohy na Zemi pomocou satelitov. Pomocou mobilného zariadenia s prijímačom signálu satelitnej navigácie, napr. GPS (Geographical Positioning System), náš prístroj zameria niekoľko satelitov a odmeria svoju vzdialenosť od nich. Na základe vzdialeností od aspoň troch satelitov (aspoň štyroch aj pre určenie nadmorskej výšky) vie určiť svoju polohu na Zemi.

Akú zaujímavú aplikáciu môžeme vytvoriť?

Mobilné aplikácie na navigáciu do cieľa nám ukazujú smer, ktorým sa nachádza náš cieľ, a vzdialenosť, ktorá nás od neho delí. Z princípu trilaterácie vieme, že aj bez udania smeru vieme nájsť cieľ na tri merania vzdialenosti (obr. 5.1.2).



Obr. 5.1.2 Hľadanie cieľa meraním vzdialenosti

My si urobíme aplikáciu, ktorá nám umožní zahrať sa exteriérovú hru „reverse caching“, pri ktorej sa hľadá miesto s ukrytým „pokladom“ na základe informácie o vzdialenosti k cieľu bez

udania smeru. Jednoduchá verzia tejto hry je známa ako „Zima–teplo“, v ktorej sa neudáva konkrétna vzdialenosť, len relatívna blízkosť k cieľu. Naša aplikácia:

- bude určovať našu polohu a zobrazovať ju výpisom súradníc a graficky na mape,
- umožní zadať a uložiť do pamäte súradnice cieľa,
- na požiadanie (stlačenie tlačidla) vypočíta vzdialenosť k cieľu,
- vypíše vzdialenosť a farebne odlíši, či sme ďaleko, blízko, alebo veľmi blízko k cieľu,
- na mape vyznačí okolo aktuálnej pozície kružnicu, na ktorej sa cieľ môže nachádzať,
- bude počítať počet meraní vzdialenosti.

Ako budeme postupovať pri tvorbe aplikácie?

V Etude 2.9 sme sa zoznámili s blokmi na prácu s údajmi z geolokačného senzora a na zobrazovanie geolokačných údajov v digitálnej mape. Použili sme a aj v tomto projekte použijeme tieto prvky:

- Komponenty:
  - LocationSensor
  - Map
- Udalosti:
  - LocationSensor.Changed
- Vlastnosti:
  - LocationSensor.Latitude
  - LocationSensor.Longitude
  - LocationSensor.DistanceInterval
  - LocationSensor.TimeInterval
  - Map.LocationSensor,
  - Map.ShowUser
  - Map.EnableZoom
  - Map.ZoomLevel
  - Map.EnablePan

Pri ladení a testovaní aplikácií, ktoré spracovávajú údaje o polohe zariadenia, musíme zabezpečiť vstup týchto údajov buď premiestnením sa v teréne, čo je nepraktické, alebo emulovaním (napodobňovaním) zmeny polohy softvérovo. Počas ladenia aplikácie je pohodlnejšie emulovanie zmeny polohy bez presúvania sa v teréne.

Vysvetlíme si

Emulovanie (napodobňovanie) určovania polohy je nahradenie údajov o skutočnej polohe zariadenia falošnými údajmi, ktoré sú generované softvérovo. V aplikačnom obchode nájdeme aplikácie, ktoré emulujú zmenu polohy zariadenia, zadaním kľúčového slova *GPS Emulator*. Emulátor napodobňuje fyzickú zmenu polohy zariadenia vyznačením polohy na mape. Používanie emulovaných údajov v aplikáciách namiesto skutočných údajov o polohe povolíme v nastaveniach operačného systému v možnostiach pre vývojára.

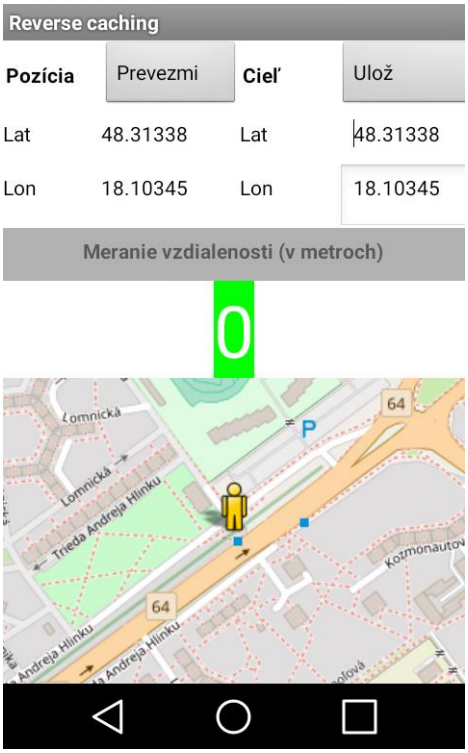
Úloha 1

Otestujte aplikáciu Kde som? z etudy 2.9 pomocou emulátora GPS vstupov.

Úloha 2

Vytvorte používateľské rozhranie aplikácie Reverse caching podľa obr. 5.1.3. Na obrazovke sa majú zobrazovať:

- aktuálne geografické súradnice označené príslušnými popismi,
- editovacie polia na zadanie súradníc cieľa označené popismi,
- tlačidlo s nápisom *Prevezmi* na prevzatie aktuálnych súradníc do cieľových súradníc (vyplní polia súradníc cieľa súradnicami aktuálnej polohy),
- tlačidlo s nápisom *Ulož* na uloženie cieľových súradníc do premenných,
- tlačidlo s nápisom *Meranie vzdialenosti (v metroch)* na výpočet vzdialenosti,
- veľký farebný nápis na zobrazenie vzdialenosti,
- mapa so zobrazením pozície používateľa.



Obr. 5.1.3 Dizajn aplikácie

Úloha 3

Naprogramujte zobrazovanie súradníc aktuálnej polohy a funkcie tlačidiel `Buttton_Prevezmi` a `Button_Uloz`. Aplikáciu testujte so vstupmi z emulátora. Sledujte, ako sa mení poloha používateľa na mape.

Úloha 4

Naprogramujte výpočet vzdialenosti od aktuálnej pozície k cieľu a výsledok zobrazte po stlačení tlačidla *Meranie vzdialenosti* v nápise pod tlačidlom s farebným pozadím:

- zeleným, ak je vzdialenosť menšia ako 10 m,
- žltým, ak je vzdialenosť menšia ako 50 m a nie menšia ako 10 m,
- červeným, ak je vzdialenosť 50 a viac metrov.

Vypočítať najkratšiu vzdušnú vzdialenosť medzi dvomi bodmi na Zemi určenými geografickými súradnicami znamená určiť dĺžku oblúka na povrchu gule sploštenej na póloch. Nasledujúci vzorec počíta dĺžku oblúka na guli bez sploštenia, teda s určitou chybou:

$$d = \arccos(\sin\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)) \cdot R$$

φ_1, φ_2 sú geografické šírky aktuálnej pozície a cieľa (latitude), λ_1, λ_2 sú ich geografické dĺžky (longitude), R je polomer Zeme (asi 6371 km).[1]

Pri malých vzdialenostiach chyba výpočtu nie je veľká a môžeme ju zanedbať. Oveľa väčšiu chybu spôsobuje nepresnosť vstupných údajov z lokalizácie.

Vysvetlíme si

Jednotkou veľkosti uhla je *radián*. V praxi sa však častejšie na meranie uhlov používajú *stupne*. Aj geografické súradnice sa udávajú v stupňoch.

V App Inventore sa používa ako jednotka uhla stupeň. To znamená, že všetky funkcie, ktorých parametrom sú uhly, alebo vracajú ako výsledok uhol, počítajú s údajmi v stupňoch. Bloky na prácu s uhlami nájdeme v skupine Math:

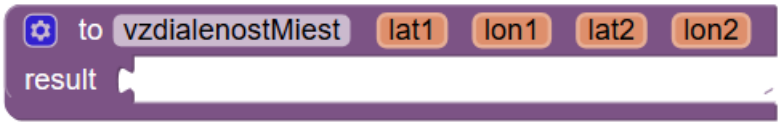
Bloky pre goniometrické funkcie `sin`, `cos`, `tan` majú vstupný parameter uhol v stupňoch a vracajú číslo.

Ich inverzné funkcie `asin`, `acos`, `atan` majú vstupný parameter číslo a vracajú uhol v stupňoch.

Na prevod stupňov na radiány a naopak slúži funkcia `convert radians to degrees`, `convert degrees to radians`.

V matematickom vzorci na výpočet vzdialenosti bodov na povrchu gule sú všetky uhly v radiánoch. Funkcie `sin`, `cos` však v App Inventore očakávajú vstupný uhol v stupňoch. To je výhodné, pretože nemusíme geografické šírky a dĺžky prevádzať v App Inventore na radiány. Výsledkom funkcie `acos` je v App Inventore tiež uhol v stupňoch. Aby sme ho mohli použiť vo vzorci na výpočet vzdialenosti dvoch bodov, musíme ho previesť na radiány.

Na sprehľadnenie kódu pri programovaní vzorca na výpočet vzdialenosti dvoch miest je užitočné naprogramovať výpočet ako funkciu so štyrmi parametrami (súradnice dvoch miest) a s návratovou hodnotou (vzdialenosťou vypočítanou podľa vzorca). Blok s hlavičkou funkcie:



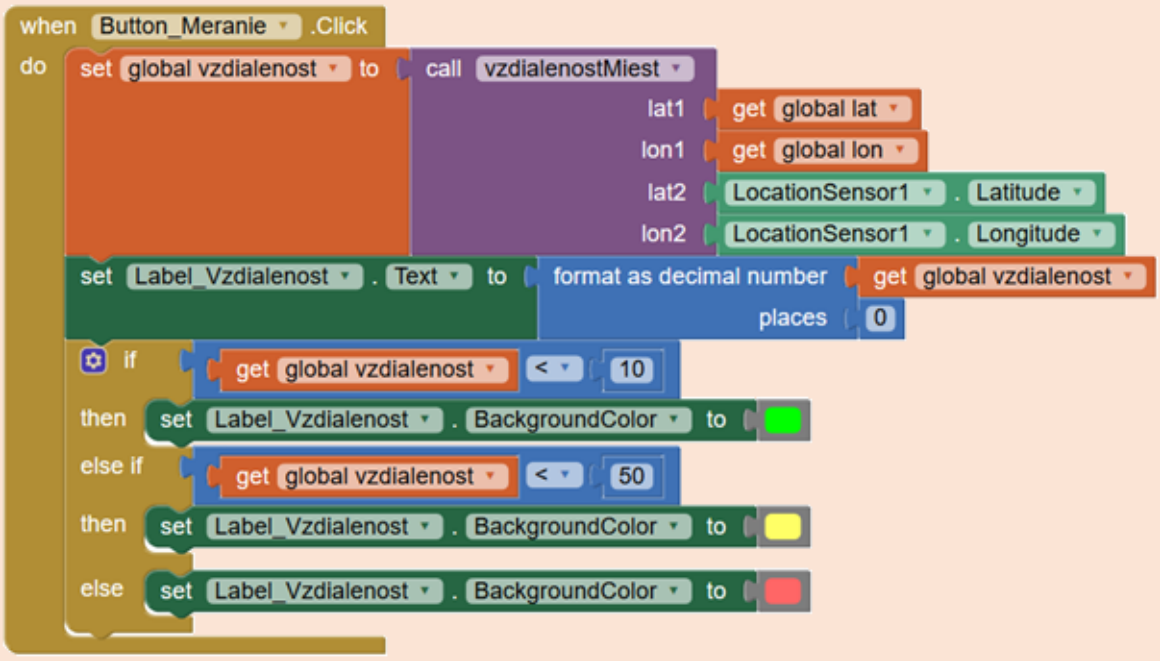
[1] https://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html

Pomoc k riešeniu úlohy

Funkcia pre výpočet vzdialenosti dvoch miest na mape:

Vstupné parametre `lat1`, `lat2` zodpovedajú uhlom φ_1, φ_2 a `lon1`, `lon2` uhlom λ_1, λ_2 vo vzorci na výpočet vzdialenosti. Výsledok funkcie `acos` je pred vynásobením polomerom Zeme (v metroch) prevedený na radiány.

Funkciu použijeme pri stlačení tlačidla na meranie vzdialenosti so vstupnými parametrami `lat`, `lon` (globálne premenné, v ktorých sú uložené geografické súradnice cieľa) a `LocalizationSensor1.Latitude`, `LocalizationSensor1.Longitude` (súradnice aktuálnej polohy nameranej lokalizačným senzorom). Výsledok uložíme do globálnej premennej `vzdialenost`, jej hodnotu bez desatinných miest zobrazíme v nápise `Label_Vzdialenost` a podfarbenie nastavíme v podmienenom príkaze podľa zadania úlohy.



Úloha 5

Do mapy zakreslite kružnicu so stredom v aktuálnej polohe používateľa s polomerom vzdialenosti od cieľa.

Na kreslenie kružnice do mapy so stredom v daných geografických súradniciach a s polomerom v metroch použijeme komponent `Circle`. Komponent sa nachádza v skupine Maps. V režime návrhu umiestnime kruh `Circle1` kdekoľvek do komponentu `Map1`, nastavíme farbu výplne na `None` (žiadna), zvolíme farbu a hrúbku obrysu – zostane kružnica.

Kružnicu zatiaľ ponecháme neviditeľnou, zobrazovať ju budeme až počas behu programu. Nastavenie aktuálneho stredu a polomeru a následné zobrazenie kružnice naprogramujeme v reakcii na stlačenie tlačidla na výpočet vzdialenosti.

Vysvetlíme si

Vybrané vlastnosti komponentu `Circle`:

`Latitude` – geografická šírka stredu kruhu

`Longitude` – geografická dĺžka stredu kruhu

`Radius` – polomer kruhu v metroch

`FillColor` – farba výplne kruhu, 0 pre žiadnu farbu

`StrokeColor` – farba obrysu kruhu

`StrokeWidth` – hrúbka obrysu kruhu

`Visible` – viditeľnosť (true alebo false)

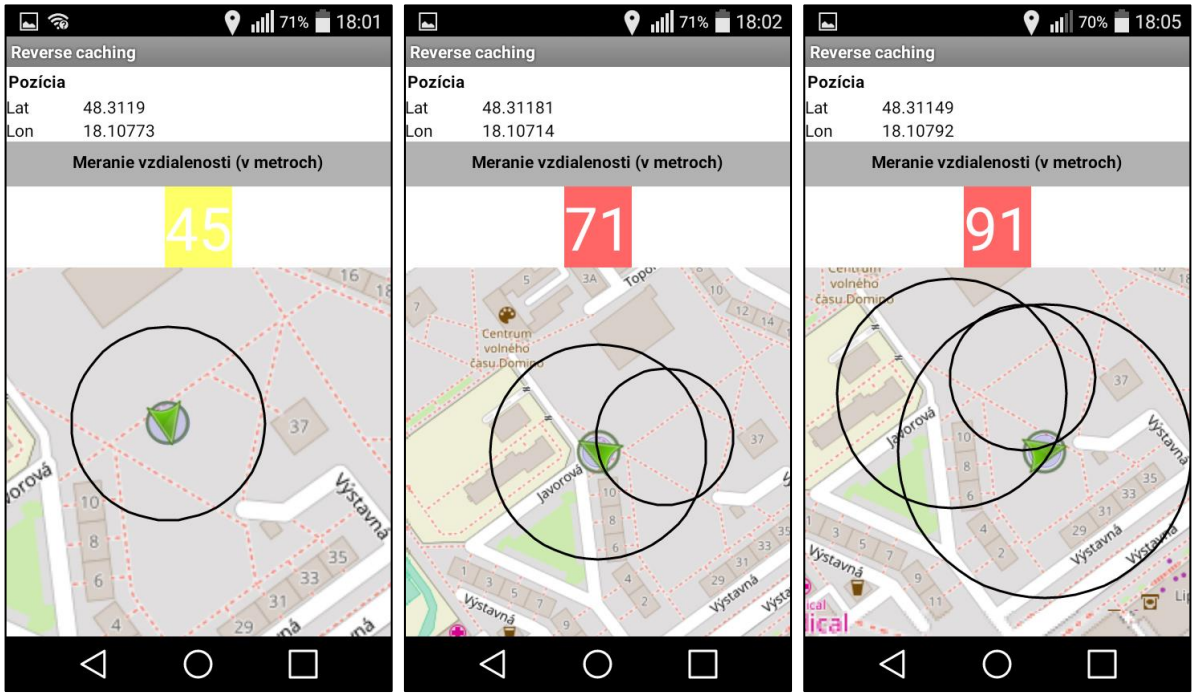
Metóda:

`SetLocation(number latitude, number longitude)` – nastaví pozíciu stredu kruhu na dané súradnice

Kreslenie kružnice do mapy nám pomáha pri hľadaní cieľa metódou trilaterácie. Na jednoznačné určenie polohy cieľa však potrebujeme odmerať vzdialenosť z aspoň troch rôznych miest a nakresliť aspoň tri kružnice. Do projektu preto pridajme viac komponentov `Circle`. Komponenty sa nedajú v App Inventore vytvárať počas behu programu, musíme si ich vložiť do projektu vopred v režime návrhu. Počet kružníc teda musíme obmedziť na konkrétny počet (aspoň 3, ale lepšie je pridať viac). Na začiatku ich zneviditeľníme.

Úloha 6

Pridajte do projektu počítadlo meraní vzdialenosti a po každom meraní zakreslite do mapy novú kružnicu (obr. 5.1.4). Počet meraní obmedzte a po dosiahnutí maxima neumožnite ďalšie merania.



Obr. 5.1.4 Trilaterácia – po treťom meraní je cieľ síce ďaleko, ale jeho poloha je už známa

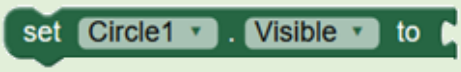
Pre počítanie počtu meraní vzdialenosti vytvorme globálnu premennú `cisloMerania`, ktorú budeme pri každom meraní zvyšovať o 1 a ktorá určuje poradové číslo merania. Určme si maximálny počet meraní (napr. 5) a po jeho dosiahnutí nastavíme vlastnosť `Enabled` tlačidla na meranie na `false`, čím znemožníme ďalšie merania.

Do mapy vložme 5 komponentov `Circle1`, `Circle2`, `Circle3`, `Circle4`, `Circle5`. Bolo by nepraktické pre každý z nich písať rovnaký kód pri inicializácii ich vlastností alebo zobrazovaní na mape. Namiesto toho napíšme všeobecný kód pre ľubovoľný komponent z triedy Circle (Any Circle – nejaký kruh), v ktorom špecifikujeme adresáta (konkrétny kruh) až počas behu programu.

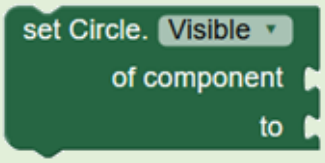
Vysvetlíme si

Bloky zo skupiny *Any component* (napr. Any Button, Any Label, Any Circle atď.) sú podobné, ako bloky konkrétnych komponentov s tým rozdielom, že umožňujú určiť adresáta (konkrétny komponent) až počas behu programu. Napríklad:

Blok pre komponent `Circle1`:

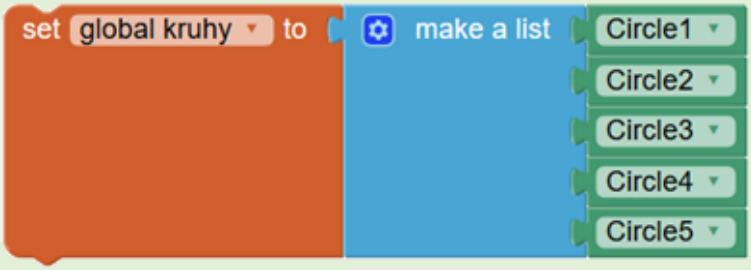


a pre `Any Circle`:



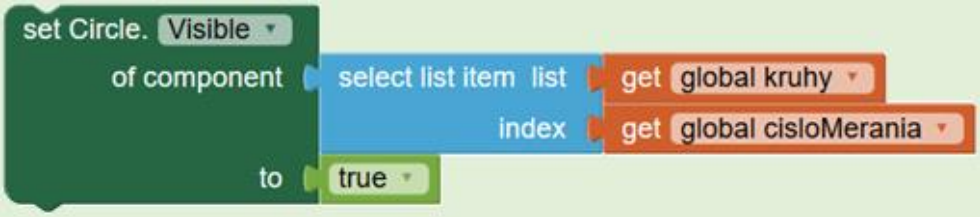
Ak máme viac komponentov z rovnakej triedy, uložíme si ich do zoznamu (list). V cykle `for each item in list` vykonáme rovnaký kód zapísaný pomocou blokov zo skupiny *Any component* pre každý komponent zo zoznamu.

Napríklad vytvoríme zoznam `kruhy` komponentov `Circle1` až `Circle5`:



Nastavenie vlastnosti `Visible` postupne vo všetkých komponentoch `Circle` v zozname `kruhy` vykonáme v cykle:

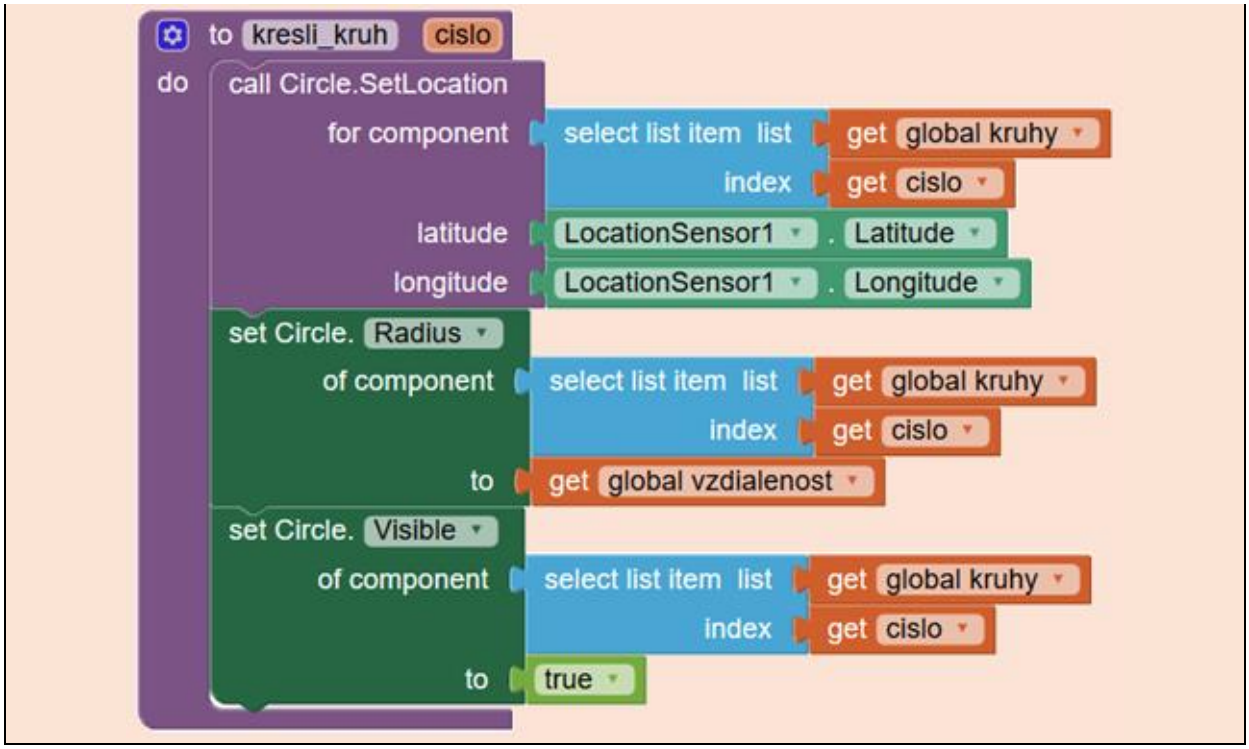
Nastavenie vlastnosti `Visible` jedného komponentu, ktorý sa nachádza v zozname `kruhy` na indexe uloženom v premennej `cisloMerania` , urobíme takto:



Rovnaké vlastnosti pre každý kruh (`Visible`, `FillColor`, `StrokeWidth`) nastavíme v cykle pri inicializácii aplikácie. Pri kreslení kružnice do mapy upravíme pozíciu (metódou `SetLocation`), polomer (`Radius`) a viditeľnosť (`Visible`) toho kruhu, ktorý je v zozname kruhov na indexe zodpovedajúcom číslu merania.

Pomoc k riešeniu úlohy

Kreslenie kruhov do mapy sprehľadní použitie podprogramu. Za formálny parameter `cislo` sa bude dosadzovať `cisloMerania`. V globálnej premennej `vzdialenost` je vypočítaná vzdialenosť aktuálnej pozície od cieľa.



Úloha 7

Otestujte aplikáciu v teréne so skutočnými vstupmi zo senzora GPS.

Ako vylepšiť či rozšíriť našu aplikáciu?

Tu je niekoľko námetov na ďalšie rozšírenia aplikácie:

- Centrovať mapu podľa polohy používateľa (s použitím metódy `Map.PanTo`).
- Vložiť do mapy značky na miesta meraní vzdialenosti od cieľa (komponent `Marker`) v stredoch kružníc.
- Spojiť v mape lomenou čiarou miesta meraní (komponent `LineString`).
- Pri priblížení sa k cieľu na veľmi malú vzdialenosť (napr. menšiu ako 10 m) automaticky vypísať oznam.
- Po piatich meraniach vypísať správu o ukončení meraní.
- Prerobiť dizajn na aplikáciu s dvomi obrazovkami – s prvou na zadávanie a uloženie súradníc cieľa, s druhou na hľadanie cieľa pomocou určovania vzdialenosti a zobrazovania kružníc na mape.
- Pridať tlačidlo na ukončenie aplikácie.

Ako sa zahrať s našou aplikáciou?

Reverse caching je hra, v ktorej sa hľadá neznáme miesto na Zemi (môže byť na ňom niečo ukryté) pomocou určovania vzdialenosti. S našou aplikáciou sa takúto hru môžeme zahrať.

V prvej fáze hry označíme cieľové miesto v teréne nejakou nenápadnou, ale viditeľnou značkou (napr. nálepkou) alebo na ňom niečo ukryjeme. Súradnice cieľa uložíme v našej aplikácii.

V druhej fáze odovzdáme mobilné zariadenie s našou aplikáciou niekomu, kto bude náš označený cieľ hľadať. Na nájdenie cieľa má najviac 5 pokusov s meraním vzdialenosti.

Čo sme sa naučili

- ✓ Použiť emulátor na generovanie falošnej polohy mobilného zariadenia,
- ✓ počítať vzdialenosť dvoch bodov určených geografickými súradnicami,
- ✓ zobrazovať v aplikácii polohu na mape a kresliť do mapy,
- ✓ vytvárať hromadné algoritmy pre komponenty pomocou blokov zo skupiny Any Component.

Odporúčaný priebeh výučby

Činnosť učiteľa	**Činnosť žiaka**	**Poznámky**
1. hodina – Úvod, úlohy 1 a 2		
Uvedenie témy projektu – trilaterácia: Na modelovej situácii so strateným turistom učiteľ postupne zaznačuje do mapy kružnice okolo troch bodov v teréne, ktoré sa pretnú v hľadanej polohe turistu. Potom prezentuje hotovú aplikáciu Reverse caching, v ktorej sa rovnakým spôsobom hľadá cieľ v teréne.	Žiaci aktívne sledujú výklad učiteľa, reagujú na jeho otázky, diskutujú.	Učiteľ môže použiť pripravenú počítačovú prezentáciu alebo kresliť kružnice na tabuľu. Dôležité je, aby zachytil **proces** spresňovania polohy každým ďalším meraním. Učiteľ môže spomenúť hru geocaching, diskutovať o nej so žiakmi a uviesť hru reverse caching ako iný variant geolokačnej hry na hľadanie cieľa v teréne.
Etuda 2.9 – Kde som? Učiteľ pripomenie, čo bolo obsahom etudy. Vysvetlí princíp emulovania GPS vstupov.	Žiaci si otvoria projekt Kde som? (etuda 2.9) a zopakujú si, čo sa naučili. V aplikačnom obchode vyhľadajú aplikácie na emulovanie GPS vstupov. Nainštalujú (ak nie je v zariadení) a spustia GPS Emulator, testujú svoju aplikáciu emulovaním zmeny polohy.	Po tejto časti majú žiaci vedieť, ako sa používa komponent `LocationSensor` na určenie polohy a komponent `Map` na zobrazenie polohy používateľa na mape, a vedia používať emulátor GPS.
Úloha 2: Učiteľ prezentuje, ako má vyzerať aplikácia (zatiaľ bez vykresľovania kružníc).	Žiaci navrhnú vzhľad aplikácie v režime Designer podľa zadania.	Dizajn aplikácie nemusí byť totožný s dizajnom prezentovaným učiteľom, ale má obsahovať všetky požadované prvky podľa zadania.
2. hodina – úlohy 3 a 4		
Úloha 3: Učiteľ moderuje komunikáciu žiakov. Pomáha	Žiaci programujú správanie aplikácie. Komunikujú spolu	Žiaci by mali vedieť riešiť úlohy bez pomoci učiteľa,

s riešením, ak treba. Podporuje tvorivé nápady žiakov.	o riešeniach. Aplikáciu ladia pomocou emulovania GPS vstupov.	avšak neodporúčame, aby pracovali úplne samostatne vlastným tempom. Zapájame žiakov do vzájomnej diskusie a spolupráce tak, aby celá skupina napredovala spoločne.
Úloha 4: Učiteľ uvedie vzorec na výpočet vzdialenosti dvoch miest, vysvetlí bloky goniometrických funkcií v AI2, pomáha so zostavením vzorca.	Žiaci s pomocou učiteľa zostavujú funkciu na výpočet vzdialenosti podľa vzorca. Zvyšok úlohy riešia samostatne.	Cieľom je, aby žiaci vedeli matematický vzorec zapísať v podobe funkcie s parametrami a návratovou hodnotou.
3. hodina – úlohy 5 a 6		
Úloha 5: Učiteľ uvedie nový komponent `Circle` a niektoré jeho vlastnosti a metódy.	Žiaci použijú komponent `Circle` na kreslenie kružnice do mapy.	Žiaci môžu objavovať možnosti nového komponentu samostatne.
Úloha 6: Učiteľ vysvetlí spracovanie komponentov z rovnakej triedy uložených v zozname pomocou blokov zo skupiny `AnyComponent` na krátkych príkladoch.	Žiaci aktívne sledujú problémový výklad, zapájajú sa do riešenia problému. Podľa vzorových príkladov riešia úlohu 6.	Používa sa metóda problémového výkladu – problém je motiváciou, jeho riešenie je príkladnou ukážkou nových pojmov a techník.
4. hodina – úloha 7, rozširujúce námety		
Testovanie aplikácie v teréne: Učiteľ dohliada na bezpečnosť žiakov. Po testovaní pomáha žiakom pri programovaní rozširujúcich námetov.	Žiaci otestujú svoju aplikáciu v teréne so skutočnými hodnotami zo senzora GPS a urobia prípadné úpravy a vylepšenia aplikácie. Pracujú samostatne.	Testovanie v teréne môže odhaliť nežiaduce správanie aplikácie, ktoré sa pri emulovaní GPS vstupov nemusí prejaviť.
5. hodina – hra, hodnotenie projektov		
Použitie aplikácie v hre reverse caching: Učiteľ naplánuje, ktorý žiak bude testovať koho aplikáciu, oboznámi žiakov s pravidlami testovania, rozdá nálepky na označenie cieľov, organizuje testovanie.	Žiak pomocou svojej aplikácie zameria miesto vo vyhradenom priestore, označí ho fyzickou značkou (nálepka), vymení si mobilné zariadenie s určeným spolužiakom a testuje jeho aplikáciu. Po nájdení cieľa alebo po uplynutí vyhradeného času urobí snímku obrazovky.	Na testovanie aplikácií v teréne je vhodné vymedziť priestor, v ktorom sa žiaci môžu pohybovať, zabezpečiť rozptyl žiakov v tomto priestore, obmedziť čas na testovanie (aj keď niekto hru nedokončí).
Učiteľ moderuje diskusiu žiakov o ich skúsenostiach s testovaním aplikácií,	Žiaci si navzájom hodnotia svoje aplikácie, navrhujú možnosti vylepšenia.	Vzájomné testovanie aplikácií žiakmi zvyšuje objektívnosť testovania a pomáha

zhodnotí vytvorené aplikácie, vyhodnotí priebeh hľadania miesta metódou trilaterácie.	Učiteľovi odovzdajú snímky obrazovky o dosiahnutom pokroku v hre.	skvalitniť výsledok. Zo snímok obrazoviek jednotlivých žiakov vie učiteľ zhodnotiť, ako žiaci použili princíp trilaterácie pri hľadaní cieľa.

Bibliografia

Michaličková, V. (2016). *Programovanie mobilných aplikácií v prostredí MIT App Inventor 2*. Nitra: Univerzita Konštatnína Filozofa v Nitre.

MIT. (2018). . Retrieved from: http://ai2.appinventor.mit.edu/

Wolber, D., Abelson, H., Spertus, E., & Liz, L. (2014). *App Inventor 2 - Create Your Own Android Apps.* O'Reilly.

Register pojmov