

GSM lokalizace (Android)

František Šumšal

December 14, 2017

1 Zadání

Prostudujte si způsob lokalizace pomocí GSM/UMTS/LTE signálu. Ověřte si možnost získání potřebných údajů na Vašem mobilním telefonu a vytvořte mobilní aplikaci, která bez použití signálu GPS a připojení k internetu (počítá se s offline databází potřebných údajů) vypočítá přibližnou aktuální pozici.

2 Základní pojmy

BTS Base Transceiver Station - vysílací zařízení (GSM/UTMS/LTE signálu)

MCC Mobile Country Code - ID státu pro danou BTS

MNC Mobile Network Code - ID sítě (MCC + MNC = identifikace operátora)

LAC Local Area Code - označení skupiny BTS

CID Cell ID - ID BTS v rámci skupiny (LAC)

3 Získání dat

3.1 BTS

Každá BTS o sobě vysílá identifikační údaje (*MCC*, *MNC*, *LAC*, *CID*) a informace o síle a směru signálu. Pro potřeby tohoto projektu si vystačíme s výše zmíněnými identifikačními údaji a informací o síle signálu. Chybí nám však informace o pozici dané BTS. Tato informace se přes žádné API v Androidu získat nedá a je třeba využít externí databáze.

3.2 BTS souřadnice

Jelikož neexistuje žádný oficiální seznam jednotlivých BTS s jejich souřadnicemi, je třeba využít komunitní zdroje. Pro účely tohoto projektu jsem se rozhodl využít databázi projektu OpenCellID¹.

Databáze obsahuje seznam BTS po celém světě a její velikost je cca. 3.1 GB. Tato velikost dělá databázi nepoužitelnou, jelikož musí být přibalena k aplikaci. Protože však pro demonstrační účely stačí data o BTS v ČR, stačí z databáze vyfiltrovat pouze položky s MCC pro Českou Republiku (tzn. 230). Tím se zredukuje velikost databáze na cca. 19.5 MB.

Pozn.: z důvodu omezení velikosti odevzdávaného projektu ve WISu, není databáze součástí odevzdávaného projektu. Lze ji však jednoduše vytvořit stažením kompletní databáze z webu projektu OpenCellID (viz výše), vyfiltrováním přebytečných položek podle MCC a uložením do souboru `project_root/android/assets/cell_towers_CZ.csv`.

¹<https://opencellid.org>

4 Lokalizace pomocí trilaterace

K vlastnímu výpočtu přibližné pozice je využita trilaterace, kde síla signálu nahrazuje vzdálenost. Celý výpočet tvoří několik vzorců:

$$S_{strength} = \sum_{i=1}^n abs(s_{strength,i}) \quad (1)$$

$$ws_i = \frac{abs(s_{strength,i})}{S_{strength}} \quad (2)$$

$$longitude = \sum_{i=1}^n (lon_i \cdot ws_i) \quad (3)$$

$$latitude = \sum_{i=1}^n (lat_i \cdot ws_i) \quad (4)$$

Pomocí prvního vzorce je vypočtena suma všech absolutních hodnot signálu jednotlivých BTS, která je ve druhém vzorci využita pro výpočet vážené síly signálu. Tato hodnota říká jakou váhu mají souřadnice každé BTS ve výsledném výpočtu souřadnic (poslední dva vzorce).

5 Implementační detaily

Vlastní aplikace je napsána v C++ s využitím frameworku *Qt*². Qt však neposkytuje API ke všem potřebným sensorům, proto je třeba získávat informace o okolních BTS pomocí API, které je přístupné z Javy. Tato část kódu je poté s C++ propojena pomocí *JNI*³. UI aplikace je napsáno v jazyce *QML*⁴, který je součástí Qt frameworku.

Během implementace a testování bylo objeveno několik problémů, se kterými se bylo třeba patřičně vypořádat. Prvním z nich bylo získávání informací, pokud mělo zařízení aktivní 4G - v tomto módu API sice vrátí seznam všech BTS v okolí, ale validní informace má pouze registrovaná BTS (tzn. BTS, kterou zařízení aktuálně využívá). Řešením je zakázání 4G, případně vynucení 2G/3G.

Dalším problémem jsou nekompletní informace při čtení ze senzoru - senzor občas pro některé BTS vrátí nekompletní informace, které API nahradí hodnotou *UINT_MAX*. Tuto hodnotu je třeba detekovat a dané BTS nezahrnovat do výpočtu.

²<https://www.qt.io/>

³Java Native Interface

⁴Qt Meta Language

6 Výsledná aplikace

Screenshot níže zobrazuje získaná data ve třech sekcích. První sekce s názvem *Location API* zobrazuje souřadnice získané pomocí Android location API, které využívá dostupné zdroje k určení co nejpřesnější polohy (zde GPS a GSM). Další sekce (*GSM network*) zobrazuje souřadnice vypočítané trilaterací a počet BTS, které byly použity ve výpočtu. Poslední sekce zobrazuje detailní informace o jednotlivých BTS, pro které byla získána validní data, a pro které byly nalezeny souřadnice v lokální databázi.

