

Technická dokumentace a manuál

Demonstrační prototyp rozšířené reality pod OS Android

Označení hlavního výstupu: R-software

Termín realizace: 2020, etapa 02

Tvůrce výsledku: Ing. Jiří Chludil, Ing. Radek Richtr, Ph.D.

Tento výstup vznikl jako výstup grantového projektu NAKI DG18P02OVV015 Věnná města českých královen (Živá součást historického vědomí a její podpora nástroji historické geografie, virtuální reality a kyberprostoru).

Webové odkazy na výsledky: Výsledný prototyp mobilní aplikace s rozšířenou realitou je zkompilován do podoby instalačního souboru (APK). Nutností pro běh aplikace je podpora ARCore. Pro stažení instalačního balíčku a zdrojových kódů slouží následující odkazy. Z důvodu bezpečnosti jsou instalační balíček a zdrojové soubory zabaleny do zip souborů.

1. Instalační balíček mobilního prototypu rozšířené reality (APK).
 - https://kralovskavenamesta.cz/vystupy2020/mobil_bin.zip
2. Zdrojové soubory mobilního prototypu rozšířené reality
 - https://kralovskavenamesta.cz/vystupy2020/mobil_source.zip

Jelikož instalace na mobilní zařízení je pro běžného uživatele náročnější a vyžaduje povolení instalace z externích zdrojů (což přináší potenciální bezpečnostní riziko) a mobilní zařízení musí podporovat knihovnu ARCore je kromě instalační a uživatelské příručka k dispozici video tutoriál demonstrující ukázkou činnosti.

- https://kralovskavenamesta.cz/vystupy2020/mobil_video.mp4

Technické výstupy: Výstupem je demonstrační prototyp mobilní aplikace pod OS Android využívající rozšířenou realitu (knihovna ARCore) pro zobrazení 3D modelu historické budovy v reálné scéně. Tento prototyp demonstruje načtení modelu z objektové databáze, vložení do reálné scény a jeho trackování na fixní poloze v reálném světě. Také demonstruje potenciální vzhled výsledné aplikace včetně vizualizace informací o historickém objektu a napojení na mapové aplikace. Sekundárním výstupem je ověření navržených principů celého navrhovaného ekosystému aplikace a eliminaci chyb v návrhu před implementací finální podobě aplikace. Zdůvodnění použité architektury je součástí technické dokumentace. Všechny výstupy jsou vydány pod otevřenou licenci.

Odůvodnění výsledku: Demonstrační prototyp mobilní aplikace je klíčovou aplikací pro následující výstupy naplánované na rok 2022 (Cesta časem po Hradci Králové bez 3D brýlí pro mobilní zařízení) a to z následujících důvodů:

1. V rámci procesu návrhu a vývoje software je velmi důležité nejprve realizovat funkční prototyp, na kterém se ověří základní principy fungování aplikace a její interakce s uživatelem. Cílem tohoto prototypu je ověřit následující funkcionality:
 - a. Volba a ověření funkčnosti vhodného formátu 3D modelu
 - b. Určení náročnosti vizualizace modelů v rozšířené realitě (komplexnost modelu a rozlišení textur).
 - c. Ověření komunikace s objektovou databází.
 - d. Návrh podoby a interakce s uživatelským rozhraní.
 - e. Napojení na mapové podklady.
 - f. Vizualizace informací o historické budově.
 - g. Trackování objektu v rozšíření realitě
2. Podklad pro uživatelské testování, dle prototypu je možné připravit komplexní testovací procedury.
3. Otestování distribuce aplikace přes Google Play. Pro aplikaci byl navržen způsob distribuce pomocí technik CI/CD, který umožní z datového úložiště (Git) provádět automatickou aktualizaci do repositáře pro mobilní aplikace. V současné době je aplikace přístupná jen vnitřní testování.

Využití software: Tento prototyp je určen pro využití v rámci vývojového týmu. Jeho účelem je ověření jeho navrhované funkčnosti a možnosti integrace do celého systému. Dalším účelem je demonstrace funkcionalit ostatním týmům.

Během vývoje prototypu bylo objeveno několik podstatných problémů, které bude třeba vyřešit:

- Původně uvažovaný formát 3D modelů FBX již není plně podporován knihovnou ARCore, nahrazen byl formátem glTF 2.0.
- Visuální podoba 3D modelů neodpovídá vymodelované podobě. Bude ji třeba upravit. Objevil se problém se špatnou interpretací hran (smoth, sharp) a s texturami.
- Navržený modulární systém (oddělení jádra a trackovacího resp. lokalizačního modulu) bude muset projít reimplementací, jelikož navržené API již nedostačuje.
- Testované trackování špatně funguje při nedostatku světla, budou testovány nové postupy.
- Lokalizace iniciální polohy na základě GPS a kompasu je velmi nepřesná. Bude použit přesnější metoda.
- Prototyp aplikace drobně obsahuje bugy, které bude potřeba opravit (občasný pád při otočení mobilu)
- Komunikace s objektovou DB ověřena na základní úrovni, bude potřeba implementovat mechanismus hledání vhodného modelu dle výkonosti mobilního zařízení a aktuálního počasí resp. světelných podmínek.

Dalším nepřímým výstupem je využití získaných zkušeností při pedagogické činnosti. V rámci nové akreditace bakalářské etapy vznikl nový předmět Moderní vizualizační technologie (BI-MVT), ve kterém je jedno z témat i rozšířená realita.

Jednotlivé části prototypu mobilní aplikace systému jsou obecně použitelné, k dispozici jsou kompletní zdrojové kódy v jazyce Kotlin. Pro testovací a demonstrační účely je k dispozici testovací API pro komunikaci s objektovou databází.



Obrázek 1: Ukázka rozšířené reality

Technická dokumentace

Tato dokumentace obsahuje popis architektury prototypu mobilní aplikace, uživatelskou a instalační příručku.

Motivace

Problematikou vývoje aplikací se řešitelský tým za ČVUT FIT zabývá několik let. Popisovaný výstup je vytvořen na základě vědeckých a technických zkušeností, které se za poslední dobu podařilo řešitelskému týmu získat v oblasti počítačové grafiky a softwarového inženýrství.

Analýza rozšířené reality

Aplikace kompletního řetězce pro rozpoznání arbitrárního cíle v urbanistické scéně je už z podstaty dynamiky scén, častého výskytu zakrývajících objekt (stromy, auta, lidé), ale i měnícího se vzhledu detekovaných objektů (vliv denní doby, počasí, ...) obtížná. Tato apriorní náročnost klasifikačního řetězce práce prudce stoupá se snahou realizovat detekci v reálném prostředí a aplikovat výsledky do této reálné scény pomocí rozšířené reality, protože na klasifikační proces mají vliv další stupně volnosti jako například změna iluminace, či případná neplanárnost měřených objektů, které vedou v případě neperpendikulárního (vzhledem k hlavní planární rovině objektu) pohledu ke změně perspektivy a drastickým zkreslením, v některých případech členitých objektů dokonce k zákrytům, jež značně limitují objem dat rozpoznatelných každým potenciálním uživatelem systému rozšířené reality. V aktuálním stavu je vyřešen systém detekce objektů pomocí deskriptorů invariantních na osvětlení scény, škálování, natočení scény a odolných i na částečné zakrytí až čtvrtiny objektu. Byly provedeny studie použitelných příznaků a deskriptorů, odolných na nejtypičtější distorze, ke kterým v případě akvizice obrazových dat uživatelem dochází. Jako klíčové distorze snižující efektivitu klasifikačního řetězce se krom očekávané iluminance ukázalo i spektrální zkreslení (denní doba, teplota uličního osvětlení), chromatická aberace, sférická aberace a samozřejmě odchylka od perpendikulárního pohledu. Úspěšnost detekce objektů dosahuje s pomocí metody SIFT v kombinaci s metodou RANSAC, preprocesingem a s transformací dat CA 85 (the weighted average class accuracy)."

Vzhledem k problematickému získávání dat, práce se místo toho soustředila na zvýšení přesnosti klasifikačního řetězce a to především vhodným předzpracováním dat, například adaptivní úpravou histogramu, selekcí použitých příznaků metodou konsenzu náhodných výběrů, Loweho poměrovým testem a cross-validačním testem.

Proces aplikace výsledků rozpoznávání je opakovaně komplikován omezením pohybu v letním a následně i zimním semestru, neb nebylo možné vytvořit kompletní databázi fotografických zdrojů pro projekt. Bez takové databáze je přirozeně vývoj aplikace rozšířené reality pracující s konkrétní (nedostupnou) lokací značně problematický, až neproveditelný.

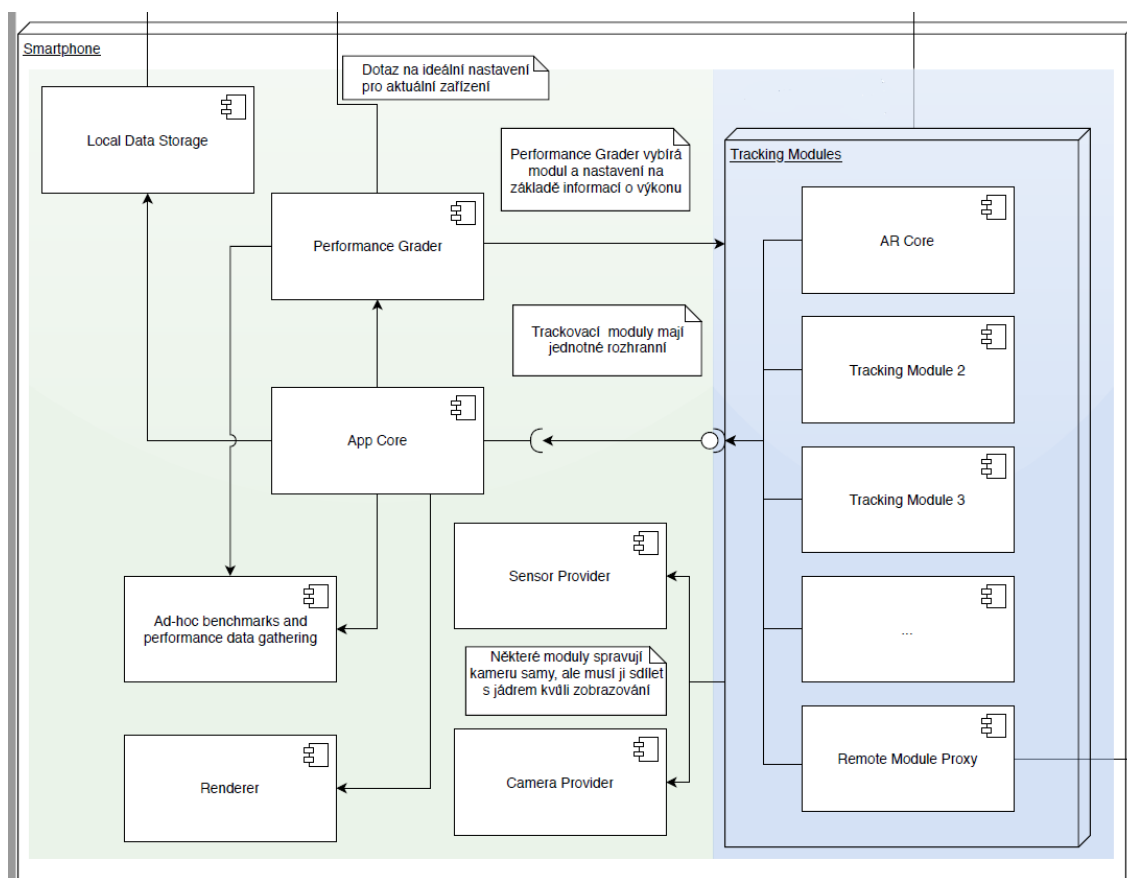
Následujícím krokem po pořízení materiálů do proprietární databáze je jejich aplikace do jádra systému rozšířené reality. Klíčovým požadavkem je však existence fotografických dat k extrakci příznaků pro zvolené deskriptory a spárování (GIS) fyzické, aktuální lokace s historiky předpokládanou pozicí již neexistujících objektů.



Obrázek 1: Skládání obrazu – mapování

Architektura prototypu mobilní aplikace

Schéma aplikace (viz. Obrázek 3) zobrazuje prvotní myšlenku modulární architektury, ve které se k tzv. jádru připojují speciální moduly pro trackování a lokalizování polohy 3D modelu a jeho přesnému umístění do scény. Tato architektura umožňuje rozdělení vývoje aplikace na část věnující se managementu dat, UX a na část věnované samotné rozšířené realitě.



Obrázek 2: Architektura prototypu mobilní aplikace

Implementace

Prototyp aplikace je napsán v jazyce Kotlin a využívá funkcionalitu knihovny ARCore a je designován pro Android 10. Pro verzování byl použit systém Git a pro nasazení do Google Play technika CI/CD. Jako nosný formát pro 3D modely je použit formát glTF 2.0.

Další vývoj systému

Testování prototypu přineslo několik důležitých poznatků pro další vývoj

- Komunikační API bude potřeba rozšířit o podporu offline režimu
- Bude třeba rozšíření API mezi jádrem a moduly pro trackování a lokalizaci
- Bude potřeba otestovat přesnější lokalizaci (zatím proběhla studie v rámci závěrečné práce)
- Bude potřeba zavést vyhledávání vhodných modelů pro zobrazení dle výkonu zařízení, počasí a světelných podmínek.
- Příprava NPC postav



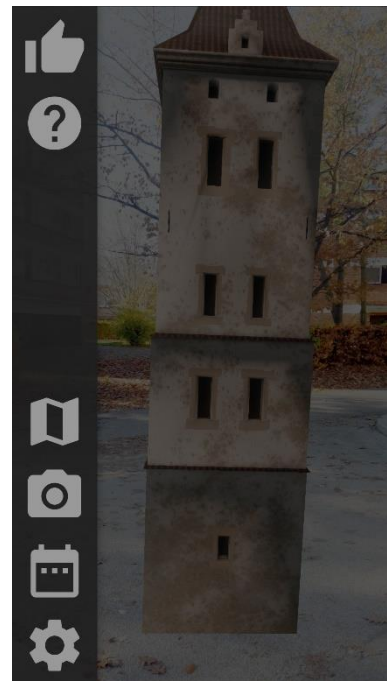
Obrázek 3: Ukázka odívání NPC postavy

Uživatelská příručka

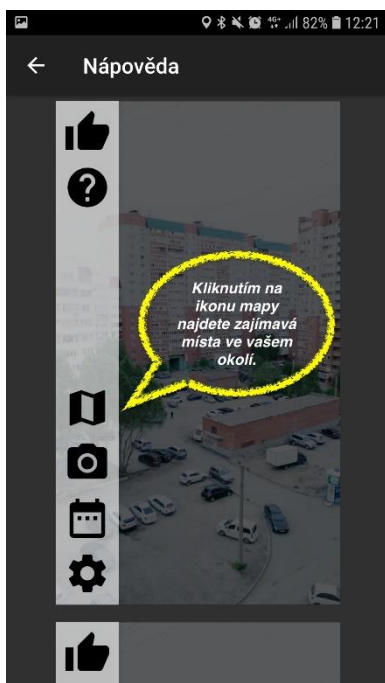
Ovládání mobilní aplikace bylo vrženo s ohledem na co největší uživatelský komfort. Následující screenshots ukazují základní funkcionalitu aplikace. Návod je také integrován do aplikace.



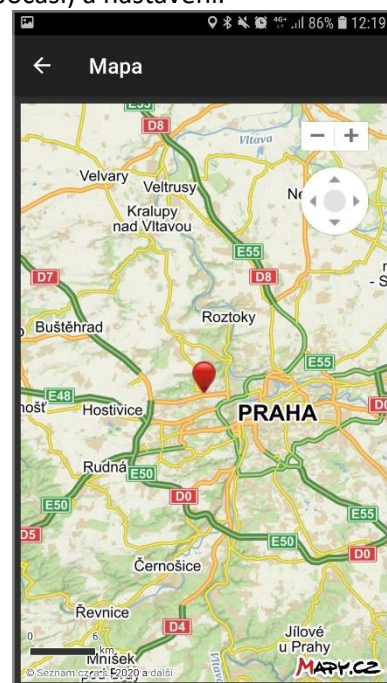
Úvodní stránka aplikace, dole je progress bar s načítanými moduly.



Hlavní obrazovka aplikace. Vlevo je hlavní menu, s funkcemi (od shora dolů): Umístění testovacího modelu, nápověda, mapa, fotoaparát, parametry zobrazení (historická doba, počasí) a nastavení.



Ukázka interaktivní nápovědy



Mapový podklad s umístěním testovací historické budovy



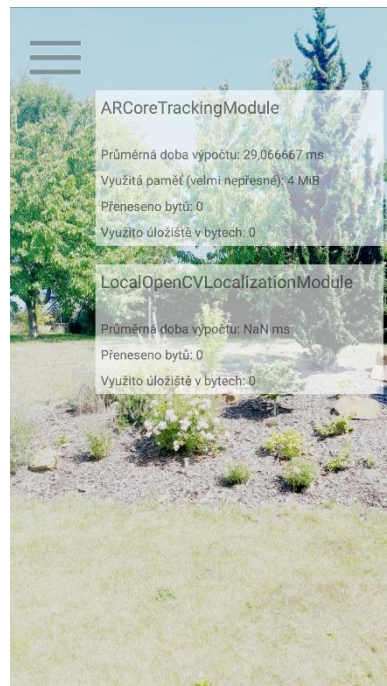
Interakce s 3D modelem. Model je teď ukotven na místo, kde byl inicializován (toto je pro testovací účely, v produkční verzi bude zasazen na přesnou pozici v mapě)



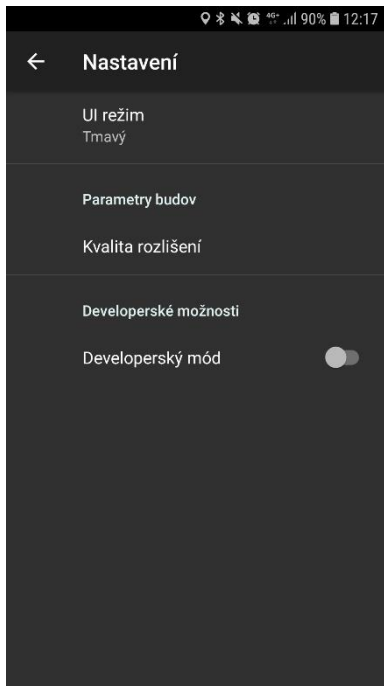
Přiblížení k modelu. Je vidět zkreslení tvaru objektu. V praxi se nebude moc používat



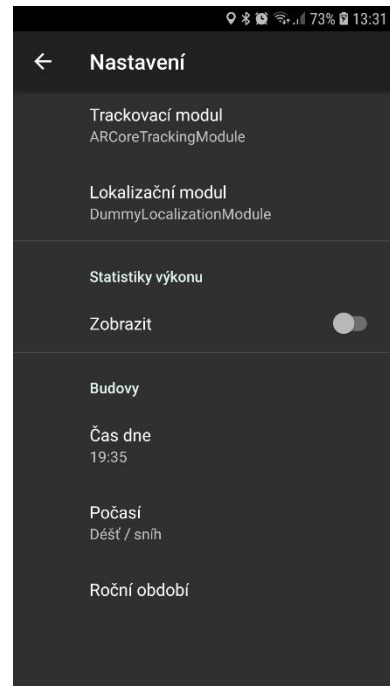
Funkce fotoaparát pro vytvoření snímku reálné scény a virtuální budovy



Informační okno zobrazující stav trackovacího a lokalizačního modulu



Nastavení aplikace (uživatelské)



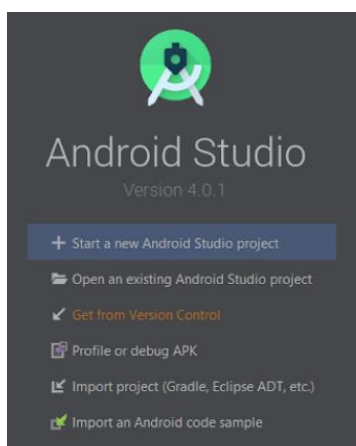
Nastavení aplikace (vývojářské)

Instalace

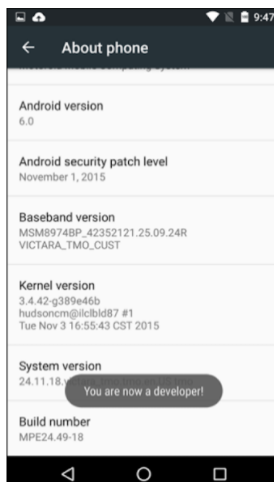
1. Stáhněte si instalační balíček https://kralovskavennamesta.cz/vystupy2020/mobil_bin.zip a rozbalte jej.
2. Pomocí datového kabelu, bezdrátového připojení nebo jiné alternativy jej nahrajte do mobilního zařízení podporující knihovnu ARCore.
3. Kliknutím na instalační balíček nainstalujte (musíte mít povolenou instalaci z externích zdrojů)

Kompilace a instalace z Android Studia

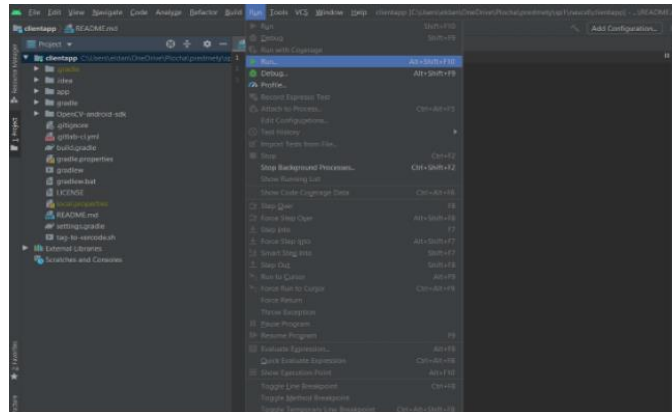
1. Pro kompilaci je potřeba mít nainstalované Android Studio <https://developer.android.com/studio> mobil podporující ARCore a propojovací USB kabel,
2. Stáhněte si zdrojové kódy aplikace https://kralovskavennamesta.cz/vystupy2020/mobil_source.zip a rozbalte je.
3. Pro otevření projektu zvolte možnost "Open an existing Android Studio project"



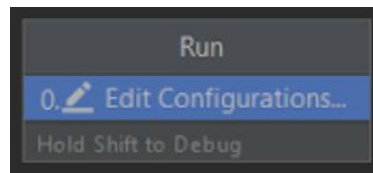
4. Zvolte umístění projektu.
5. Dále ve vyskakovacím okně zvolte "Yes", tím otevřete projekt.
6. Přes USB kabel připojte k počítači mobilní telefon. Na telefonu zapněte vývojářský režim:
 - a. Otevřete nastavení
 - b. Najděte a stiskněte možnost "Informace o telefonu" (v anglické variantě "About phone")
 - c. Klikněte 7-krát rychle po sobě na "Číslo sestavení" ("Build number")
 - d. Mělo by se objevit hlášení oznamující, že jste nyní ve vývojářském režimu



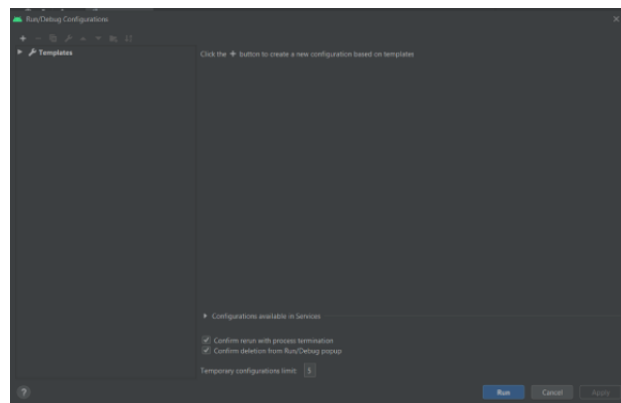
7. Spustíte projekt:
a. Run -> Run



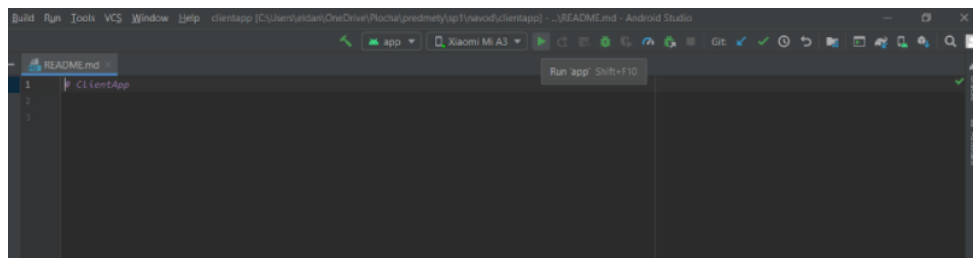
- b. Klikněte na Edit Configurations



- c. Nic neměňte a stiskněte Run



- d. Na telefonu povolte ladění přes USB. Zařízení by se poté mělo objevit v rámečku nahoře vedle tlačítka pro spuštění aplikace.



- e. Klikněte na zelenou šipku a spusťte tím instalaci aplikace na mobilní telefon.