

Chess Tracking: Uživatelská dokumentace

Požadavky:

Hardware

- 64-bit (x64) procesor
- 4 GB Paměti (nebo více)
- Dual-core 3.1 GHz (2 logická jádra na jedno fyzické) nebo výkonnější procesor
- USB 3.0 řadič dedikovaný pro Kinect v2 sensor
- Grafický adaptér podporující DX11
- Kinect v2 sensor, napájecí hub a usb kabel

Software

- Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
- Běžové prostředí pro .NET Framework 4.7
- Visual Studio 2017

Instalace

1. Stáhnout a nainstalovat ovladače k senzoru Kinect v2, například z <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>
2. Stáhnout složku se zdrojovými soubory na disk z CD, nebo z <https://github.com/standa42/ChessTracking>

Příprava scény

Šachová souprava vhodná ke sledování by měla mít velikost pole na šachovnici 4,5+ cm a velikosti figurek minimálně 2,5 cm pro nejmenší figurku. Pokud bude šachovnice umístěna na stole, měl by být v ideálním případě rovný a jednobarevný, popřípadě neobsahovat ostré barevné přechody, které zhoršují určení pozice šachovnice. Šachovnice by měla být dobře osvětlena, ideálně bez ostrých stínů od figurek, nebo jiných objektů.

Kinect na šachovnici namíříme tak, aby ji sledoval z cca 45° od normály šachovnice. Úhel není striktní, ale při vysokých hodnotách úhlu riskujeme, že se figurky budou zakrývat, popřípadě nepůjde nalézt správně šachovnici. Naopak při nízkých hodnotách nemusí být figurky dobře rozpoznatelné, popřípadě jejich barvy se mohou špatně rozpoznávat vlivem odlesků od světla. Při úhlech blízkých nule může dojít k oslnění senzoru vlastním vysílačem infračerveného záření.

Vzdálenost senzoru od kraje šachovnice by měla být minimálně 50 cm, horní hranice je z technických důvodů 4 metry, ovšem pro klasické velikosti stolních šachovnic není vhodné překračovat vzdálenost 100-150 cm.

Při nastavení senzoru je dále vhodné, aby v rámci výše zmíněných doporučení co nejvíce zabíral šachovnici, popřípadě rovinu, na které je položena.

Spuštění

1. Otevřeme projekt ChessTracking.sln, který se nachází v kořenovém adresáři zdrojových souborů, ve Visual Studiu 2017.
2. Spuštění programu provedeme klávesovou zkratkou Ctrl+F5, nebo v horním menu přes Debug -> Start Without Debugging. Po spuštění se objeví 2 okna: ovládací okno a vizualizační okno
3. Kliknutím na *New game*, nebo *Load game*, provedeme vytvoření nové hry, respektive její načtení ze souboru. Vytvořená hra se zobrazí v *Game state* obrázku.
4. Ujistíme se, zda máme připojený a napájený senzor.
5. Kliknutím na *Start tracking* spustíme sledování. Iniciální nalezení šachovnice může trvat 1-30 vteřin. Její průběh a výsledek můžeme sledovat v logu. Pokud nedoběhne úspěšně, zkontrolujeme log, zda neobsahuje informaci, proč sledování selhalo, popřípadě postupujeme podle kapitoly Řešení problémů, speciálně bod 1.
6. Po bezchybném průběhu hledání šachovnice uvidíme změnu v *Immediate tracking state* (zobrazuje aktuální stav sledování šachovnice), *Averaged tracking state* (zobrazuje průměrovaný stav sledování šachovnice) a ve vizualizačním okně, kde uvidíme barevný výstup z kamery.
7. Pokud se podařilo rozpoznat pozice figurek ve scéně vzhledem ke stavu hry, je to oznámeno v logu pod heslem „Game recognized“. Rovněž všechny tři obrázky v horní řadě budou synchronní vzhledem k otočení. Pokud hra není v průběhu jednotek vteřin rozpoznána, postupujeme podle kapitoly Řešení problémů, speciálně bodů 2-4. Pokud žádný z bodů není aplikovatelný, nebo funkční, opakujeme postup od bodu 4 (Nyní místo *Start tracking* použijeme *Recalibrate*), popřípadě můžeme zkusit lehce modifikovat reálnou scénu (jiné otočení šachovnice, jiný úhel senzoru, ...)
8. Po lokalizaci figurek můžeme začít hrát. Do pole *Record* se zapisuje průběh hry. Obdelník *Valid state* zčervená, pokud se sledovaný stav šachovnice ve scéně liší od aktuálního stavu hry jinak, než validním tahem. Obdelník *Scene disrupted* zčervená, pokud je ruka táhnoucího hráče právě nad šachovnicí, nebo pokud došlo k jinému narušení scény. V případě výhry nebo remízy dojde k výpisu této události do logu.
9. V jakémkoli okamžiku můžeme uložit hru od začátku do posledního validního tahu na disk tlačítkem *Save game*.
10. Tlačítkem *Stop tracking* lze ukončit sledování hry, stav hry bude uchován v posledním zaznamenaném validním tahu. Pro opětovné spuštění sledování lze přejít do bodu 4.
11. Hru lze smazat tlačítkem *End game*. Nahrání nové hry je popsáno od bodu 3.

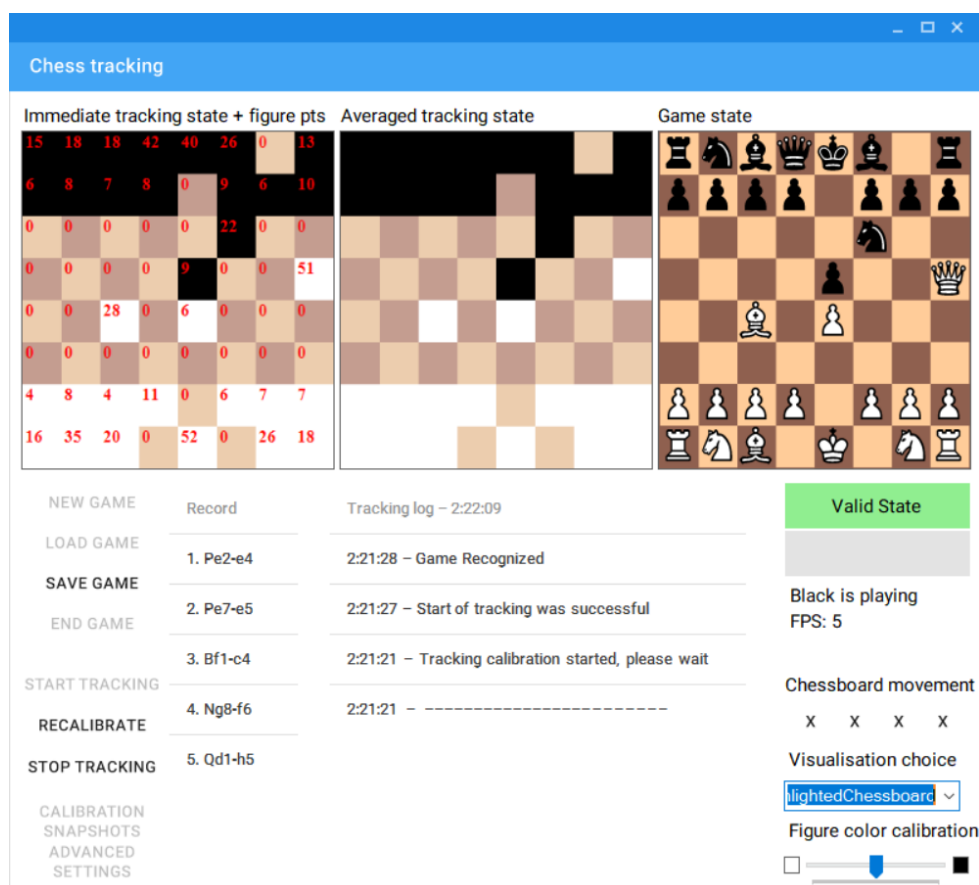
Popis uživatelského rozhraní

Uživatelské rozhraní je rozděleno na 4 okna. Ovládací okno [obrázek 1] a vizualizační okno [obrázek 2], jsou otevřena po celou dobu běhu programu. V ovládacím okně nalezneme ovládací tlačítka, log, nastavení a průběh šachové hry, vizualizační okno slouží pouze k zobrazení výstupu z kamery.

Dalšími okny, která lze otevřít, jsou pokročilá nastavení [obrázek 3] a snímky z kalibrace [obrázek 4]. V pokročilých nastaveních lze nastavit proměnné ovlivňující běh programu, zejména průběhu zpracování obrazu. Snímky z kalibrace zobrazují stav bitmap v jednotlivých krocích zpracování obrazu. Jsou tak vhodné pro ladění pozice Kinectu, stavu scény a proměnných.

Následující úsek detailně popisuje ovládací prvky jednotlivých oken.

Ovládací okno



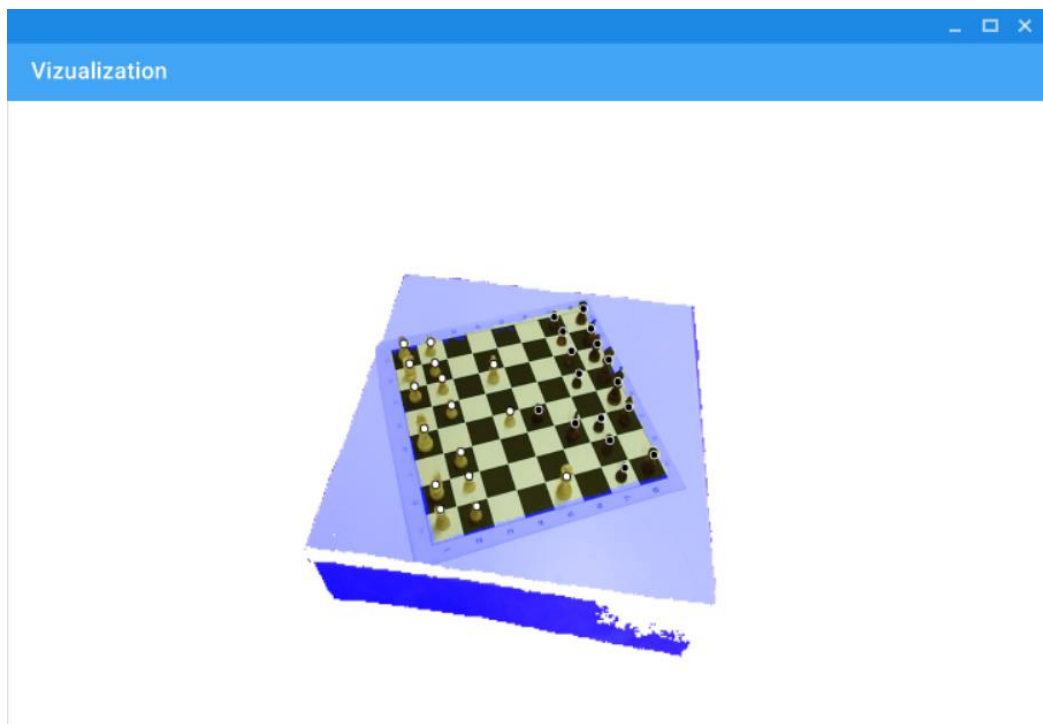
Obrázek 1

- Tlačítko New game - vytváří novou hru
- Tlačítko Load game - spouští dialogové okno pro načtení hry z disku
- Tlačítko Save game - spouští dialogové okno pro uložení hry na disk
- Tlačítko Start tracking - spouští sledování
- Tlačítko Recalibrate - resetuje sledování
- Tlačítko Stop tracking - ukončuje sledování
- Tlačítko Calibration snapshots – otevírá okno se snímky z kalibrace

- Tlačítko Advanced settings – otevírá okno s pokročilým nastavením
- Obrázek Immediate tracking state - zobrazuje aktuálně vypočtené pozice figurek na šachovnici, a u každého pole počet bodů, které jsou považovány za figurku
- Obrázek Averaged tracking state - zobrazuje průměrované pozice figurek na šachovnici
- Obrázek Game state - zobrazuje stav hry po posledním validním tahu
- Pole Record - obsahuje záznam hry
- Pole Tracking log - obsahuje oznámení ohledně stavu sledování
- Obdelník Valid State – zobrazuje, zdali je aktuálně pozorovaný stav šachovnice validní vůči stavu hry
- Obdelník Scene disrupted - zčervená, pokud je aktuálně pozorovaná scéna narušena
- Text „aktuálně táhne“ – obsahuje barvu hráče na tahu
- Text FPS – zobrazuje počet zpracovaných snímků scény za vteřinu
- Tlačítka Chessboard movement – umožňují uživateli hýbat domnělou pozicí šachovnice o velikost jednoho pole do všech 4 stran
- Výběr Visualisation choice – ovlivňuje obsah výstupu ve vizualizačním okně. Obsahuje možnosti:
 - RawRGB – barevný záběr celé scény
 - MaskedColorImageOfTable – barevný záběr sledovaného stolu
 - HighlightedChessboard – barevný záběr sledovaného stolu s vyznačenou šachovnicí – vše ostatní je zbarveno do modra.
- Táhlo Figure color calibration – umožňuje ovlivňovat práh barvy pro rozdělení figurek

Vizualizační okno

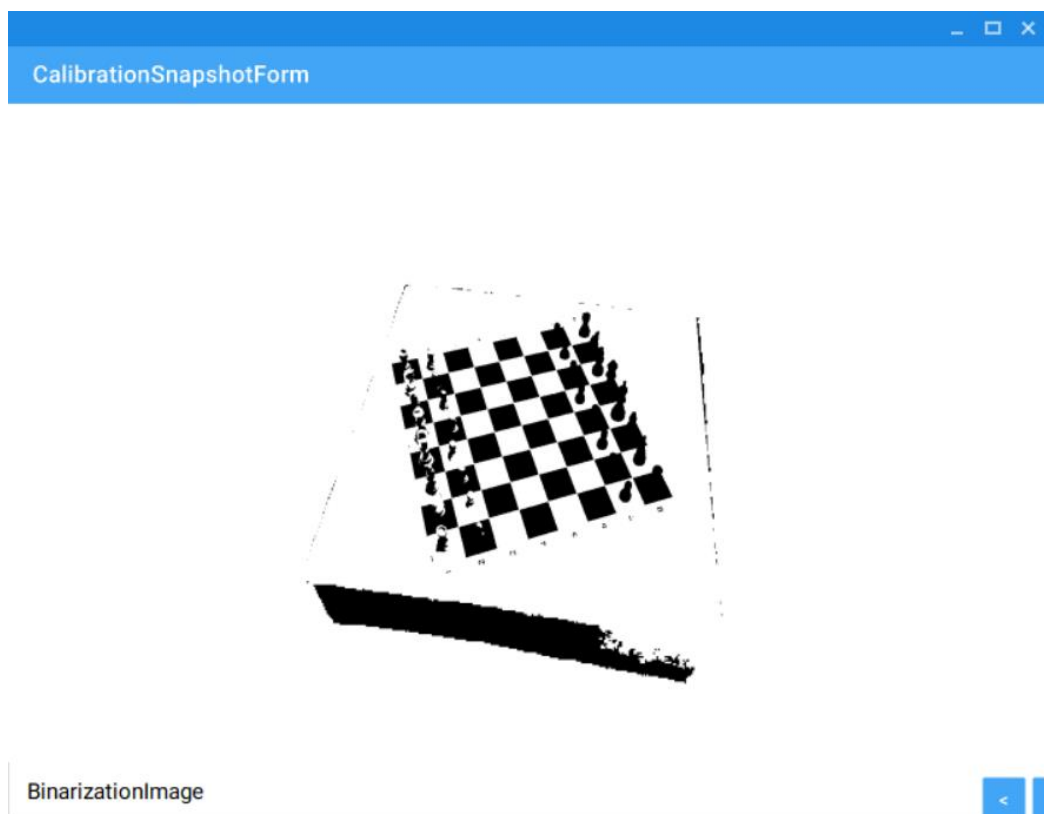
Obsahuje vizualizaci scény podle volby ve Visualisation choice. Pokud je navíc aktuálně rozpoznána a sledována hra, obsahuje obrázek i černá a bílá kolečka, která indikují místa, kde program vidí figurky.



Obrázek 2

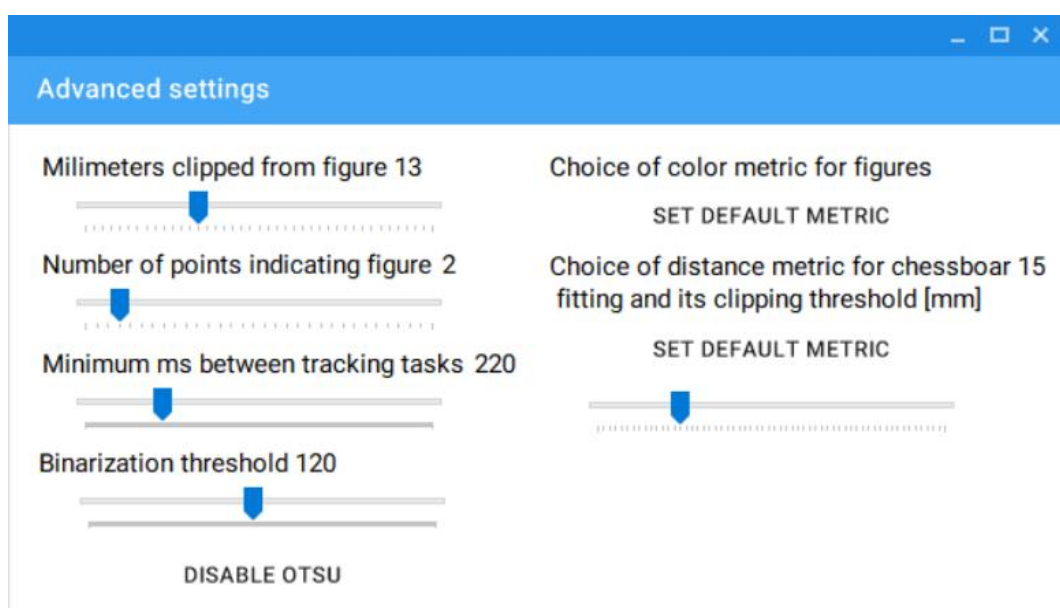
Snímky z kalibrace

Zobrazují stav bitmap v jednotlivých krocích zpracování obrazu. Tlačítka vpravo dole lze přepínat mezi jednotlivými snímky, text vlevo dole popisuje snímek, který právě vidíme. Aktuálně zobrazované snímky jsou: barevné zobrazení stolu a věcí na něm, černobílé zobrazení stolu a věcí na něm, černobílý snímek po prahování a prahovaný snímek po aplikaci Cannyho hranového detektoru.



Obrázek 3

Pokročilá nastavení



Obrázek 4

- Milimeters clipped from figure – nastavuje výšku, do které se zahazují body při určení (ne)přítomnosti figurky na poli. Ideálním stavem je oříznutí všech bodů políčka a co nejméně bodů z figurky.
- Number of points indicating figure – nastavuje minimální počet bodů nad políčkem indikující přítomnost figurky.
- Minimum ms between tracking tasks – nastavuje minimální prodlevu mezi začátky jednotlivých výpočtů stavu scény. Lze tak zamezit nepřiměřenému vytěžování procesoru nepřetržitými výpočty, které ve výsledku nepřinášejí důležité informace navíc.
- Binarization threshold – tlačítko slouží k vy/zapínání adaptivního prahování podle otsuovy metody. Pokud je adaptivní prahování vypnuté, aplikuje se na prahování threshold nastavitelný táhlem.
- Choice of color metric for figures – přepíná způsoby výpočtu barvy figurky. Původní metoda vypočítá jasovou složku obrazových bodů figurky, zprůměruje ji přes všechny body a nastaví práh rozlišující černou a bílou figurku. Nastavení tohoto prahu lze najít v ovládacím okně. Metoda označená jako kvadratická pracuje stejně, ovšem po výpočtu jasové složky je její hodnota ještě pozměněna kvadratickou funkcí, což ve výsledku umožňuje jednodušší nalezení vhodného prahu.
- Choice of distance metric for chessboard fitting and its clipping distance – přepíná způsoby výpočtu chyby mezi modelem šachovnice a reálnými daty při hledání nejvhodnější šachovnice. Původní metoda nalezne pro každý bod modelu šachovnice nejbližší bod z reálných dat – pokud je vzdálenost této dvojice bodů moc velká, je oříznuta maximální hodnotou nastavitelnou táhlem. Celková chyba modelu je součet vzdáleností pro všechny body v modelu. Metoda označená jako kvadratická postupuje stejně, rozdíl je, že celková chyba není součet prostých vzdáleností, ale jejich čtverců.

Řešení problémů

1. Hledání šachovnice (opětovně) selhalo

Po neúspěšném hledání šachovnice otevřeme okno snímků z kalibrace stiskem tlačítka *Calibration snapshots* v ovládacím okně. Šipkami vyhledáme barevný obrázek nalezeného stolu – pokud tento obrázek neodpovídá realitě, tzn. není na něm stůl se šachovnicí, kterou chceme sledovat, pak můžeme hledání opakovat, nebo přistoupit k úpravě pozice a úhlu senzoru, popřípadě modifikovat reálnou scénu. Pokud je stůl nalezen správně, proklikáme se na obrázek scény po prahování. Zkontrolujeme, zdali vizuálně odpovídá obrázku 3, tzn. významné rysy šachovnice (políčka, figurky), jsou dobře rozlišitelné jak od sebe navzájem, tak od okolního prostředí. V ideálním případě by také ve scéně nemělo být mnoho šumové informace, tj. nápisy, oblasti spontánně se střídající černé a bílé barvy a podobně. Pokud není obrázek vhodný, můžeme ho zkusit upravit v pokročilém nastavení pomocí (vy)zapnutí adaptivní metody prahování, popřípadě úpravou prahu pro rozlišení barev, a následně opakovat hledání šachovnice s tímto nastavením.

2. Hledání šachovnice doběhlo, ale stav hry se sledovaným stavem se rozcházejí v barvách figurek, popřípadě otočením

Pokud se obrázky rozcházejí v barvě figurek, popřípadě otočení šachovnice, je potřeba ručně nastavit mez barev pomocí táhla *Figure color calibration*. Pokud to nelze provést, můžeme v pokročilém nastavení zkusit změnit metriku pro výpočet barvy a znovu hýbat táhlem. Pokud se stále nedaří naladit správný práh pro rozlišení, je potřeba upravit světelné podmínky scény – scéna by měla mít ideálně jeden světelný zdroj a na šachovnici by se neměly vrhat výrazné stíny.

3. Hledání šachovnice doběhlo, ale stav hry se sledovaným stavem se rozcházejí v pozicích figurek posunem, popřípadě otočením

Pokud se obrázky rozcházejí v pozici figurek, popřípadě otočení šachovnice, je potřeba ve *Visualisation choice* vybrat *HighlightedChessboard* a ve vizualizačním okně zkontrolovat, zda je v něm zobrazen stůl s šachovnicí a vše, krom šachovnice a figurek na ní ležících má modrou barvu. Pokud tomu tak není, můžeme buď stiskem *Recalibrate* resetovat hledání šachovnice (tj. vrátit se v kapitole Spuštění k bodu 5), nebo pomocí *Chessboard movement* tlačítek šachovnici správně napozicovat.

4. Hledání šachovnice doběhlo, barvy i pozice figurek jsou až na otočení přiměřeně správné (body 2 a 3), ale program rozpoznává jako figurky i prázdná políčka jako figurky, popřípadě nezaznamenává přítomnost nižších figurek

Program má nejspíše problém odlišit body políčka od bodů figurky, popřípadě ořezává z nízkých figurek příliš mnoho obrazových bodů. Nastavení, která toto mohou ovlivnit lze nalézt v pokročilých nastaveních pod hesly *Milimeters clipped from figure* a *Number of points indicating figure*.

5. Hledání šachovnice doběhlo, ve vizualizačním okně jsou tečky detekovaných figurek, ale v *immediate* ani *averaged* oknu se nic nezobrazuje, popřípadě stav těchto oken je stále stejný

Zkontrolujte, zdali není červený obdelník *Scene disrupted*. Pokud je červený, program má dojem že je scéna narušena a neposílá tak žádné informace o stavu figurek ve scéně. Opakujte prosím proces hledání šachovnice, nebo se pokuste ze scény odstranit objekty, které se vyskytují nad šachovnicí a mohly by ji potenciálně narušovat.

6. Hra ze souboru se nenačetla

Zkontrolujte, prosím, log pro případný popis chyby. Soubor pravděpodobně obsahuje nevalidní zápis, nebo jej program neumí odsimulovat.

7. Program má problém s detekcí všech figurek, popřípadě selektivně figurek jedné barvy.

Figurky mohou být moc malé pro rozpoznání programem – ideální velikost je 2,5 cm a vyšší. Také může nastat problém s povrchem figurek, pokud jsou například černé figurky černé a lesklé, je zde možnost, že neodráží dostatek infračerveného záření na to, aby byly úspěšně rozpoznány senzorem za aktuálního rozlišení obrazu a použitých algoritmů. Toto lze ověřit pohledem na bitmapu odraženého infračerveného záření ze scény. Pokud na ní budou figurky naprosto tmavé, vrací se z nich pravděpodobně velmi málo světla, což nepostačuje pro správně určení vzdálenosti. Bitmapu infračerveného záření lze nalézt například v ukázkových aplikacích senzoru, které lze nainstalovat spolu s ovladači (SDK browser).

8. Nestandardní/neočekávaný/nepopsaný průběh programu

Uložte případně rozehranou hru a vyzkoušejte program vypnout a znovu zapnout.