

VYUŽITÍ UNITY3D V ROBOTICE

Filip Veškrna

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology
Institute of Automation and Computer Science
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
209274@vutbr.cz

Abstract: *Práce se zabývá řešením problematik robotiky za pomoci programu Unity3D, shrnutím výhod a příklady využití v praxi.*

Keywords: *Unity3D, Robotika, VR, AR, Reinforcement Learning, KUKA KR10*

1 Introduction

V robotice se nabízí široké množství softwaru pro ovládání, trénování a simulování robotů. Větší firmy zabývající se výrobou těchto robotů většinou dodávají s robotem i svůj vlastní software, například firma ABB využívá program RobotStudio, Siemens zase Robotics Automation Simulation. Tyto programy jsou pro běžné použití více než dostačující, problém nastává ale tehdy, kdy uživatel chce robota aplikovat takovým způsobem, jaký tento software nedovoluje. Nabízí se tedy použít programy třetích stran a jedním z nich je Unity3D, kterému se věnuje tato práce.

2 Výhody užití Unity3D

V dnešním světě existuje obrovské množství softwaru umožňující vizualizaci, ovládání či simulaci industriálních robotů. Málokterý je ale tak všestranný jako je právě Unity3D. Unity3D je sice primárně využíván jako engine pro vývoj počítačových her a aplikací, v průběhu posledních pár let ale zaznamenal značný vývoj v odvětví průmyslu a robotiky. Důkazem toho je oficiální balíček nástrojů Unity Industrial Collection.

Jak už bylo řečeno, Unity3D je primárně herní engine, postupem času ale mnohé firmy v automobilovém průmyslu začaly experimentovat s myšlenkou vyrenderování realistických snímků pomocí Unity. První úspěch v tomto směru zaznamenal německý výrobce automobilů BMW, který v roce 2019 ve spolupráci s unity vytvořil realistické snímky auta, jež mělo být představeno. [3]



Figure 1: Vykreslení interiéru automobilu BMW v Unity3D [3]

Tento úspěch následovalo mnoho dalších firem v odvětví automotive, aerospace, inženýrství a architektury. Unity založilo vlastní jednotku, které spravuje a rozšiřuje možnosti Unity v tomto odvětví. Tato jednotka má více než 200 zaměstnanců.

Vizualizace konceptů ale není jediné využití Unity v průmyslu. Tento software se hodí na simulaci, nebo například vytvoření digitálního dvojčete. Velikou výhodou je také snadné využití nejnovějších technologií, jako

například virtuální realita, či rozšířená realita. Obě zmíněné technologie jsou velice snadno implementovatelné do stávajících projektů a tak umožní simulaci či vizualizaci digitálního obsahu snadno posunout na vyšší úroveň propojení uživatele s obsahem.

Kombinací Unity a VR je například možné vytvořit určité pracovní prostředí za účelem trénování nových zaměstnanců. Tento postup rozhodně šetří finance a v případě, že by trénovaná práce byla nějakým způsobem nebezpečná, vyvaruje se tím zaměstnanec zbytečnému zranění způsobené nezkušeností.



Figure 2: Reálný demoliční robot [1]



Figure 3: Virtuální demoliční robot [1]

2.1 Unity Packages

Unity nabízí možnost jednoduché instalace balíčků, které rozšiřují základní funkce projektu. Mnohé z těchto balíčků jsou již předinstalovány v základním projektu, uživatel si poté může dostahovat další balíčky, podle potřeb projektu. Hlavní výhodou toho systému je to, že balíčky nemusí být pouze od společnosti Unity, ale balíček může vytvořit kdokoli a poté ho zpřístupnit ostatním uživatelům. Například balíček *Oculus Integration SDK* [8] přidává do Unity podporu pro vývoj aplikací pro zařízení Oculus. Balíčky mnohdy obsahují již připravené funkce, například již zmíněný Oculus Integration SDK obsahuje funkce pro ovládání avataru, synchronizaci rtů a mnoho dalších.

Z oboru robotiky stojí za zmínku balíček *Unity Robotics Visualizations*, který umožňuje vizualci a debugování vnitřních stavů simulovaných robotů [2]. Tento balíček je rozšíření mnohočetné sbírky balíčků *Unity Robotics*. [9]

3 Simulace robotů

Při vývoji robotů je důležitý proces testování a trénování. Tento proces lze usnadnit tím, že se vytvoří takzvané digitální dvojče robota. Toto dvojče se poté pomocí nástrojů propojí s ovládacím softwarem skutečného robota tak, aby bylo možné co nejpřesněji simulovat chod skutečného robota.[10]



Figure 4: Robotické rameno [6]

Tento postup narozdíl od toho konvenčního, kdy je využit reálný robot má mnoho výhod a stává se důležitou součástí běžného postupu vývoje robotů.

Nejdůležitější součástí takového robota je to, aby byl co nejpřesnější kopií toho reálného. To samé platí i pro prostředí ve kterém robot operuje. Nedostatky v tomto ohledu by mohly mít za následek poruchu či špatné chování robota reálného.

Simulace umožní objevení potenciálních problémů robota a testování hraničních, nebo potenciálně nebezpečných scénářů. [4]

Jeden z nejpoužívanějších frameworků pro vývoj robotů je ROS (Robot Operating System). Je to standard, zajišťující sjednocení datových typů, popisu robotů a příkazů napříč celému světu. Toto sjednocení má za cíl zjednodušit vývoj robotů v mnoha ohledech, jako například sjednocení komunity a tím rozšíření komunitního obsahu. Komunitní obsah je pro robotiku velice důležitý, umožní rychlejší a přesnější vývoj nových technologií. Příkladem toho je například propojení Unity a ROS. Toho je docíleno pomocí dvou komunitních balíčků, takzvaných ROS-TCP-Connector a ROS-TCP-Endpoint. Tato komunikace funguje pomocí protokolu TCP, kdy Unity jakožto publisher posílá pomocí protokolu TCP zprávy svému odběrateli - ROS.[5]

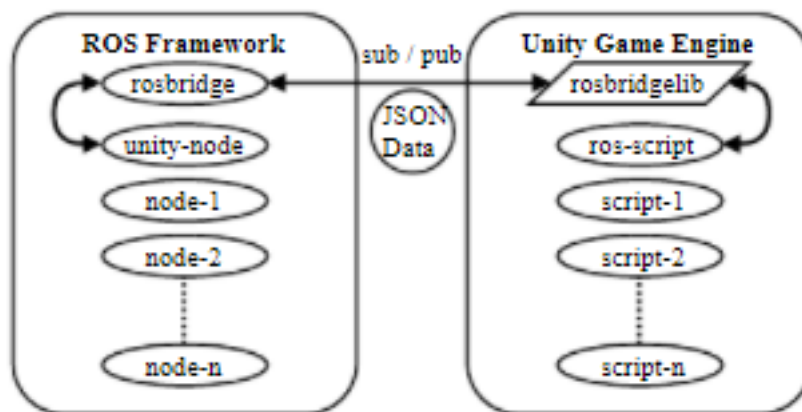


Figure 5: ROS - Unity komunikace [5]

4 Příklady využití v praxi

4.1 Digitální dvojče robotického ramene využívající zpětnovazební učení[4]

Implementace umělé inteligence do robotiky je jedním z dnešních trendů. V tomto vědeckém pokusu bylo dosaženo ovládní robotické ruky pomocí zpětnovazebního učení. Robotická ruka je jedním z nejpoužívanějších typů robotů se širokým spektrem využití, v tomto případě byl robot využit k jednoduché pick and place úloze. Postup je stejný jako při trénování ve virtuálním prostředí a výsledný vytrénovaný model poté byl propojen s

fyzickou verzi robota. K trénování robota ve virtuálním prostředí byl využit Tensorflow a jeho implementace v Unity - ML agents.

Pomocí Microsoft Kinect bylo dosaženo 3D mapování prostoru a rozeznávání barev. Na rozdíl od běžné robotické ruky je tento robot schopen v určité míře rozpoznat pomocí kamery objekty umístěné v prostředí a manipulovat s nimi na základě vlastní inteligence. Tento postup je sice exponenciálně náročnější na realizaci než pevně zakódovaný algoritmus, ale výsledek takového učení rozšíří všestrannost robota tak, že může být implementován na několik typů úloh bez nutnosti zavedení nového algoritmu.

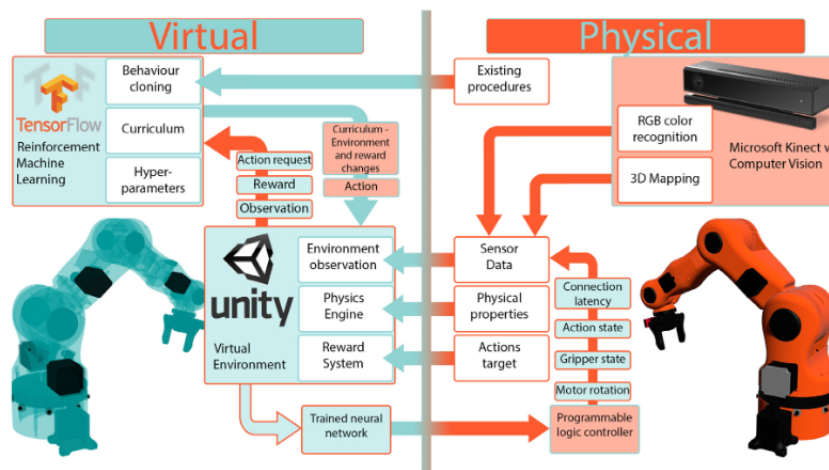


Figure 6: Interakce mezi fyzickým a virtuálním prostředím[4]

4.2 Ovládání průmyslového robota KUKA KR10 pomocí virtuální reality [7]

Cílem této práce bylo umožnit ovládání zmíněného robota pomocí gest registrovaných leapmotion senzorem. K realizaci bylo využito prostředí Unity3D a headset HTC Vive Pro. Výsledný produkt by poté umožnil ovládat robota ze vzdáleného místa tímto nekonvenčním způsobem.

Následující graf ukáže postup snímání, zpracování dat a následného odeslání na reálný přístor. Rozlišují se dva druhý inputů, první z nich zpracovává pohyb rukou a gesta pomocí senzorů umístěných v ovladačích a leapmotion senzoru. Druhé, sekundární inputy poté již neslouží k samotnému ovládání robota, ale ke zjišťování polohy headsetu ve scéně a případných pomocných inputů, například tlačítka na controllerech. Data jsou následně filtrována, zpracována a převedena na hodnoty pro zpracování samotnými jointy robota. Ty jsou poté odeslány digitálnímu robotu, který data zpracuje a zkontroluje. Jestliže nenastane žádný problém tak je virtuální robot vykonán a zašle stejný příkaz k pohybu i robotu fyzickému.

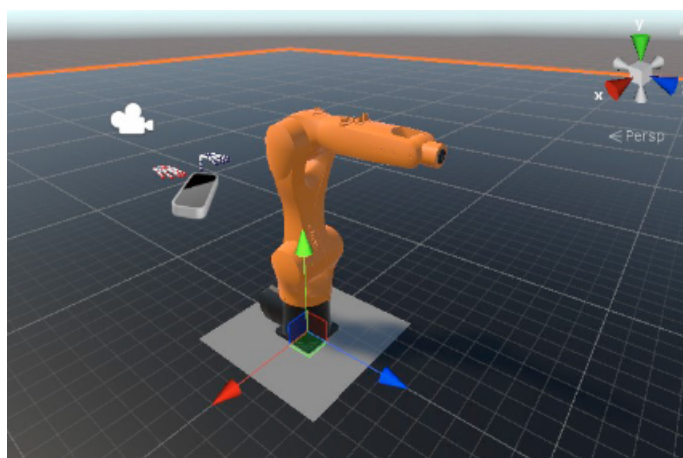


Figure 7: Virtuální model KUKA KR10[7]

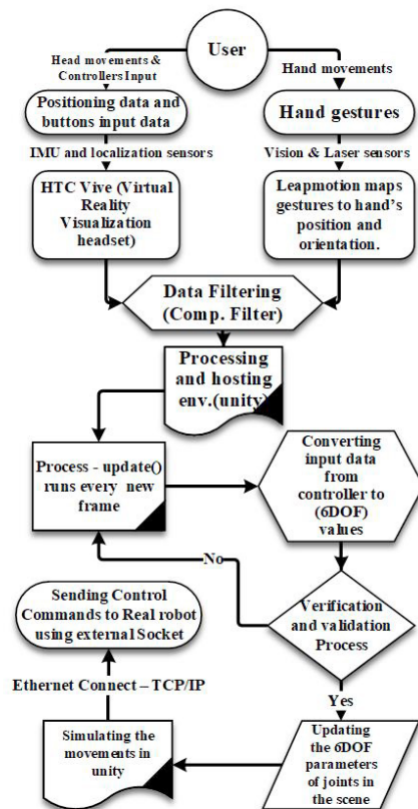


Figure 8: Graf ovládání robota pomocí gest[7]

Výsledky tohoto pokusu jsou velice kladné. Z grafu níže lze vidět, že koncový bod robota velice přesně kopíruje dráhu těžiště ruky.

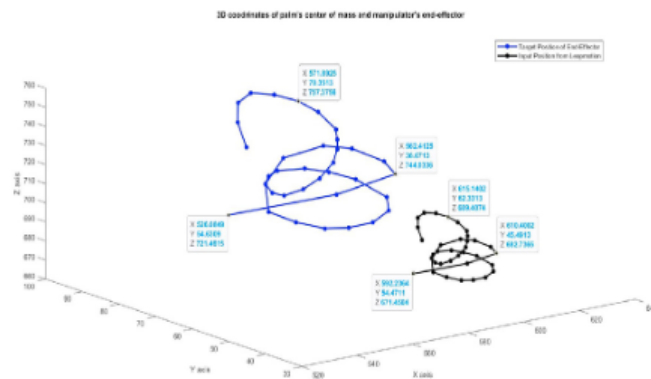


Figure 9: Porovnání dráhy koncového bodu robota a ovládací ruky[7]

5 Conclusion

V této práci byly prve shrnuty výhody užití Unity3D oproti alternativním programům. Dále byl čtenář obeznámen se stávajícími metodikami ovládání robotů a způsobem, jakým lze propojit program Unity3D s frameworkem ROS. Poslední kapitola byla věnována příkladům, kdy k ovládání robotů bylo využito právě programu Unity3D. Prvním z nich bylo ovládání digitálního dvojčete ruky za pomoci zpětnovazebného učení. Druhým příkladem bylo ovládání robota KUKA KR10 pomocí virtuální reality v kombinaci s leapmotion senzorem.

References

- [1] ADAMI, P., RODRIGUES, P. B., WOODS, P. J., BECERIK-GERBER, B., SOIBELMAN, L., COPUR-GENCTURK, Y., AND LUCAS, G. Effectiveness of vr-based training on improving construction workers' knowledge, skills, and safety behavior in robotic teleoperation. *Advanced Engineering Informatics* 50 (2021), 101431.
- [2] AMANDA TRANG, L. C. Introducing: Unity robotics visualizations package. "<https://blog.unity.com/manufacturing/introducing-unity-robotics-visualizations-package>", 2021. [Online; accessed 3-February-2022].
- [3] DANY AYOUB, KATE MCFADDEN, S. L. Reality vs illusion. "<https://blog.unity.com/manufacturing/reality-vs-illusion>", 2019. [Online; Accessed 3-February-2022].
- [4] FULLER, A., FAN, Z., DAY, C., AND BARLOW, C. Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access* 8 (2020), 108952–108971.
- [5] HUSSEIN, A., GARCIA, F., AND OLAVERRI MONREAL, C. Ros and unity based framework for intelligent vehicles control and simulation.
- [6] MATULIS, M., AND HARVEY, C. A robot arm digital twin utilising reinforcement learning. *Computers and Graphics* 95 (2021), 106–114.
- [7] MURHIJ, Y., AND SEREBRENNY, V. An application to simulate and control industrial robot in virtual reality environment integrated with ir stereo camera sensor**the reported study was funded by rfbr according to the research project 19-01-00767. *IFAC-PapersOnLine* 52, 25 (2019), 203–207. 19th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability TECIS 2019.
- [8] OCULUS. Oculus integration sdk. <https://developer.oculus.com/downloads/package/unity-integration/>. [Online; Accessed 3-February-2022].
- [9] UNITY. Robotics simulation. <https://unity.com/solutions/automotive-transportation-manufacturing/robotics>. [Online; Accessed 3-February-2022].
- [10] ZONG, X., LUAN, Y., WANG, H., AND LI, S. A multi-robot monitoring system based on digital twin. *Procedia Computer Science* 183 (2021), 94–99. Proceedings of the 10th International Conference of Information and Communication Technology.