

Porovnání dvou technických variant pro virtuální trénink

David Krákora¹, Petr Hořejší¹

¹ Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Univerzitní 8, 306 14, Plzeň, Česká republika
krakorad@kpv.zcu.cz
tucnak@kpv.zcu.cz

Anotace: Tento článek se zabývá srovnáním dvou technologií z hlediska využití pro virtuální trénink. Vychází z konceptu digitalizace podnikových dat, které jsou zaměřené na školení a výrobní postupy. Cílem je porovnat dvě technologie, které je možné využívat pro školení a trénování nových zaměstnanců. Pro objektivní porovnání byla vytvořena pilotní studie, ve které se obě varianty testovaly na vybrané skupině. Výsledkem je vizualizace porovnání a výběr efektivnější varianty pro virtuální tréninky.

1 Úvod

Vlivem čtvrté průmyslové revoluce se podniky čím dál více zaměřují na digitalizaci svých interních dat. Důvod je zvýšení konkurenceschopnosti, optimalizace podnikových procesů a technické vybavenosti podniku. Jednou z možností převodu dat je jejich virtualizace, konkrétně převedení výrobních postupů na virtuální trénink. Smyslem takového tréninku je simulování reálného procesu do virtuální reality. Jednou z možných využití těchto aplikací je školení nových zaměstnanců. Takto vytvořené aplikace můžeme využít jako školící nástroj pro nové zaměstnance. Mezi hlavní výhody virtuálních tréninků patří podobnost s realitou, zvýšení kvality předávaných znalostí, úspora podnikových zdrojů a bezpečnost nezkušených zaměstnanců. Zásadní nevýhodou je cena technologie.

Článek se zabývá porovnáním dostupných technologií, které se liší v mnoha vlastnostech. Jedním rozdílem je např. pořizovací cena. Jedná se o virtuální brýle společnosti HTC Vive a Leap motion. Součástí porovnání je pilotní studie, díky které se získaly data pro objektivní porovnání. Z naměřených dat byly stanoveny základní statistické hodnoty pro vizualizaci srovnání. Aby bylo možné pilotní studii provést, byl vytvořen virtuální trénink, který se následně implementoval na obě technologie dle jejich specifikací.

2 Metodika

Práce byla prováděna dle klasických metodik pro práci s oběma technologiemi a výpočtu základních statistických hodnot. V první části byla provedena analýza variant z hlediska jejich odlišných vlastností a vytvoření vstupních dat pro provedení studie.

2.1 Důvody porovnání

Pro většinu průmyslových podniků jsou náklady důležitým faktorem při rozhodování investice pro virtualizaci výrobních procesů. Jedná se o pořizovací cenu, nároky na vybavenost podniku a náklady spojené se skladováním. Některé podniky upřednostňují nižší náklady před kvalitou. Z hlediska vybraných variant by se dalo říct, že se jedná o dvě naprosto rozdílné technologie, které se v těchto variantách liší.

Brýle HTC Vive jsou typickým zástupcem principu Head mounted display. Jedná se o kompletní ponoření uživatele do virtuálního prostředí. Interakce s virtuálními modely je řešena pomocí ovladačů. Senzory zaznamenávají pohyb uživatele (respektive brýlí a ovladačů), který přenáší do virtuální reality. Je důležité mít výkonné externí zařízení, které dokáže vykreslovat grafické části. Celou sestavu můžeme vidět na Obrázku 1 [1].



Obrázek 1 – sestava HTC Vive

Druhou variantou je zařízení Leap motion. Jedná se o technologie, které spadají do principu Haptics, tedy jsou zaměřené na ruce. Princip používání tohoto zařízení je založen na snímání polohy a pohybu rukou. Pomocí určitých pohybů dlaně a provedení gesta jsme schopni provádět různé akce ve virtuální realitě. Tento princip snímání je vidět na obrázku 2 [2].



Obrázek 2 – Leap motion

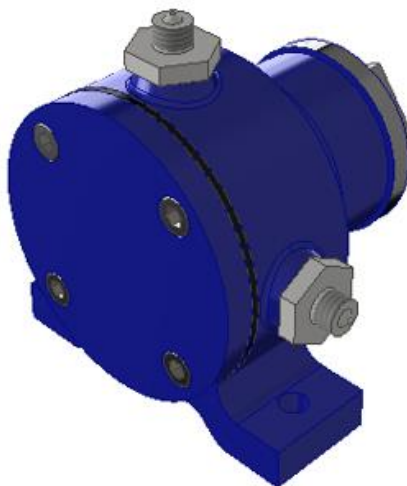
Zvolené technologie mají odlišný přístup z hlediska ovladatelnosti. Liší se z mnoha pohledů. Pro většinu podniků jsou důležité náklady, především pořizovací cena technologie. Leap motion má výrazně nižší pořizovací cenu, také jeho ostatní náklady spojené s jeho údržbou, skladováním nebo nároky na vybavení podniku jsou nižší. Oproti tomu varianta HTC Vive je více uživatelsky přívětivá ať už z pohledu vývoje, interakce s virtuálním prostředím nebo dojmem na uživatele. V tabulce 1 jsou zmíněné nejzásadnější výhody, které technologie proti sobě mají [3].

Tabulka 1 – Rozdíly mezi variantami

HTC VIVE	LEAP MOTION
Snímání pohybu	Pořizovací cena
Vizuální dojem	Náklady na skladování
Komunita	Nároky na HW PC
Interakce s objekty	Přenositelnost

2.2 Realizace virtuálního tréninku

Pro možnost samotného srovnání musela být vytvořena aplikace virtuálního tréninku, která se následně implementovala na obě varianty. Navržený trénink byl na obě varianty stejný, aby porovnání mělo co nejvíce podobné výsledky. Virtuální trénink byl zaměřen na montáž rotačního lopatkového kompresoru (viz Obrázek 3). Montáž se skládala celkem ze 14 kroků, při kterých půjde o interaktivní umístění do finální polohy v modelu.



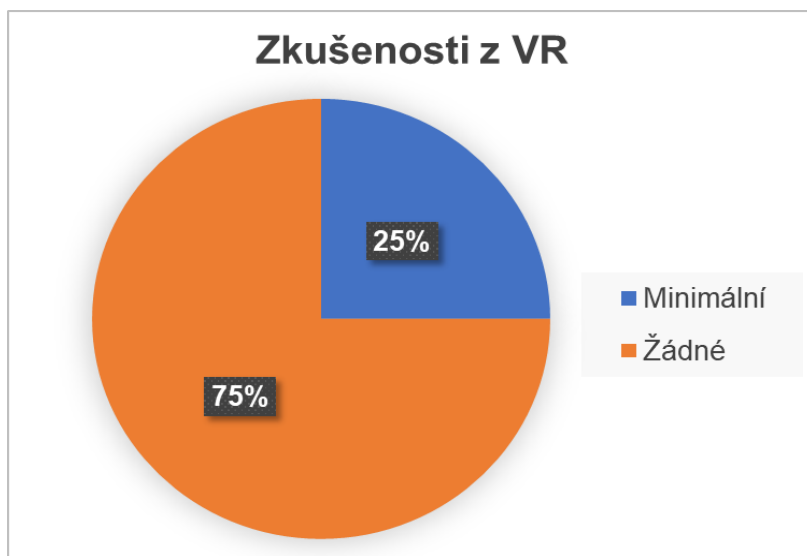
Obrázek 3 – Lopatkový rotační kompresor

Virtuální trénink byl vytvořen v programu Unity, který dokáže vytvářet aplikace na obě varianty. Ke správnému nastavení virtuální montáže byly využity knihovny obou technologií, které mají různé prefaby (před vytvořené moduly) a dokumentace pro správné nastavení ovládání. Díky těmto modulům byl vytvořen stejný montážní postup na obě varianty, který měl pouze jednu

podobu. Jedinou podmínkou je správná verze programu, která musí být minimálně z roku 2017, aby bylo možné vyvíjet na obě technologie.

2.3 Návrh pilotní studie

Z důvodu získání potřebných dat pro objektivní porovnání byla navržena pilotní studie, která měla za úkol pomoci zhodnotit obě varianty a zajistit jejich porovnání podle základních kritérií, které jsou uvedené v tabulce 1 (základní rozdíly). Je tedy možné na tento článek navázat detailnější studií, při které se bude zkoumat více pohledů, jako jsou např. chybovost, modularita atd.. Této studii se celkem zúčastnilo 20 lidí, kteří byli rozděleni do dvou kategorií. Každá kategorie testovala pouze jednu variantu. Testující byli ve věku od 19 do 26 let, jednalo se tedy o studenty vysoké školy, kteří nemají problém s adaptací na nové technologie. Podmínkou výběru byly také zkušenosti s virtuální realitou. V ideálním případě jsem vybíral účastníky bez zkušeností, povolenou tolerancí byly minimální zkušenosti na jednu alternativu. Tento stav je zaznamenán na Obrázku 3, kde vidíme, že celkem 75 % testujících bylo bez zkušeností.



Obrázek 4 – Zkušenosti testujících s virtuální realitou

Mezi další požadavky testování patřilo zajištění příjemných podmínek, jako je vnitřní teplota, čerstvý vzduch a dostatečné osvětlení. Z hlediska technologií byly splněny předpoklady na HW vybavení PC, prostor a dostupnost energie. Výstupem studie byla získaná data pomocí online dotazníku, který testující vyplnili ihned po měření. Dotazník byl rozdělen na tři části z hlediska výstupu jednotlivých dat:

1. Časové měření: Zde byly naměřeny doby jednotlivých montáží, které začínaly úvodní polohou ve virtuálním prostředí a končily umístěním posledního dílu do součásti. Každý testující měl pouze jeden pokus, aby bylo zajištěno, že účastník nebyl dříve s montážním postupem seznámen.

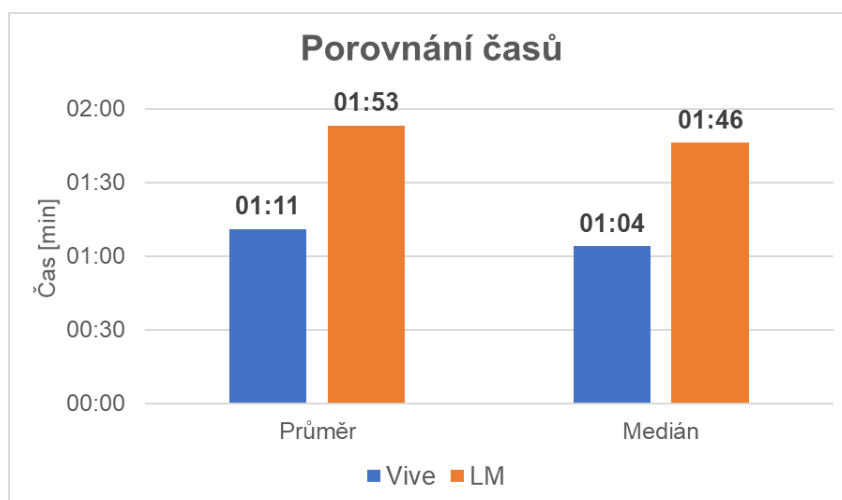
2. Pořadové otázky: Jednalo se o způsob známkování aplikace z hlediska tří pohledů. První se zaměřoval na to, jaký dojem virtuální trénink zanechal. Druhý se zabýval jednoduchostí jednotlivých kroků. Tyto pohledy byly zvoleny z důvodu získání přehledu o jeho využitelnosti pro školení a jednoduchosti z hlediska předávaných znalostí. Poslední pohled se zabýval interakcí s jednotlivými modely.
3. Otevřené otázky: Jedná se o dobrovolnou část, ve které měli testující možnost vyjádřit se ke dvěma otázkám. První se zaměřila na možnost vzniklého problému při testování. Druhá byly nápady týkající se možného vylepšení.

3 Porovnání naměřených hodnot

Testování proběhlo v rozmezí měsíce, protože nebylo jednoduché najít společné termíny s testujícími a dostupnou technologií. Celkově bych nazval provedení studie za úspěšné, protože byla získána díky ochotě testujících data potřebná pro následné zhodnocení. Z naměřených hodnot jsem stanovil základní statistické údaje. Nejedná se o statistickou analýzu, byly využity pouze základní statistické výpočty pro lepší vizualizaci výsledků měření. Rozdělení této kapitoly je podle získaných dat z dotazníku. Celkem se skládá ze tří částí.

3.1 Časové měření

V této části byly z naměřených časů vypočteny aritmetické průměry a střední hodnoty (medián) jednotlivých variant. Před zahájením testování měl účastník možnost vyzkoušet si ovládání technologie a seznámit se s jejími parametry, aby během měření nevznikaly prostoje z nedostatku zkušeností. Obrázek 5 znázorňuje získané časy. Modrou barvou jsou reprezentovány hodnoty pro variantu HTC Vive a oranžová zastupuje Leap motion. Rozptyl mezi průměry obou variant je 42 vteřin.



Obrázek 5 – Porovnání časů variant

Důvod, proč je Leap motion pomalejší, vychází z jeho technických nedostatků. Jedním z nich je rychlost pohybu rukou při snímání. Pokud budeme dlaněmi pohybovat příliš rychle, technologie nedokáže snímat ruce a dojde ke „zkolabování“. Je tedy potřeba ruce vrátit do výchozí polohy a provést opětovnou kalibraci. Druhým nedostatkem je malý trackující prostor. Zařízení má vyčleněný prostor výrobcem, ve kterém dokáže snímat ruce. Celkově se při testování této varianty museli uživatelé více soustředit na jednotlivé pohyby. Bylo důležité hlídat si prostor, ve kterém se pohybujeme dlaněmi v závislosti na zařízení a zároveň hlídat rychlost pohybu, která byla velmi malá.

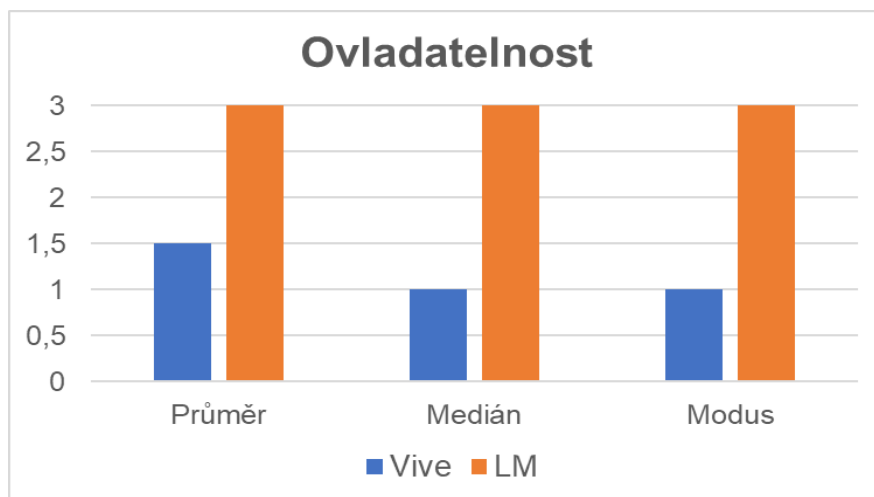
3.2 Pořadové otázky

Data byla získána díky známkování tří pohledů, které se týkaly aplikace. U každého pohledu byly vypočteny tři základní statistické hodnoty: aritmetický průměr, medián a modus. pohledy byly zaměřeny na dojem, který virtuální trénink zanechal, jak byly jednotlivé kroky jednoduché z hlediska školení a ovladatelnosti během školení montáže. Jejich statistické hodnoty můžeme vidět v tabulce 2.

Tabulka 2 – Vypočtené hodnoty pro obě varianty

	HTC Vive			Leap motion		
	Průměr	Medián	Modus	Průměr	Medián	Modus
Dojem z aplikace	1,4	1	1	1,6	1,5	1
Jednoduchost	1,4	1	1	1,3	1	1
Ovladatelnost	1,5	1	1	3,1	3	3

První dva pohledy (dojem a ovladatelnost) mají velice podobné hodnoty a jejich rozptyl je minimální. Důvodem je, že jsou zaměřené spíše na koncept aplikace, který byl pro obě varianty prakticky stejný. Jedná se o získání zpětné vazby, jak na testující působila varianta školení pomocí virtuální reality a srozumitelnosti jednotlivých kroků. Z hlediska porovnání je zajímavější poslední pohled (ovladatelnost). Zde se data liší více a jsou vizualizované v obrázku 6.



Obrázek 6 – Porovnání ovladatelnosti variant

Důvody špatné ovladatelnosti vychází opět z nedostatků technického řešení trackující varianty. Mezi další problémy patří uchopování menších dílů (např. šrouby), které nelze uchopit za model. Řešením je nastavení většího prostoru pro interakci, to má za následek, že objekt držíme za fiktivní bod a vzniká složitější pohyb. Další důvod, který měl za následek horší ovladatelnost byl, že Leap motion má chybovost při čtení gest. Pokud gesto neprovedeme správně a plynule, nejsme schopni provést akci. Chybovost snímání uvádí výrobce někde kolem 8 %, ale ve skutečnosti je větší díky tomu, že některá gesta musíme držet „křečovitě“.

3.3 Otevřené otázky

Poslední část porovnání byla vytvořena z dat a názorů účastníků. Jedná se o krátké slovní zhodnocení, založené na pocitech z používání aplikace během testování. Otázky se zaměřily na možné problémy, které mohly nastat během používání technologie. Druhý pohled se věnoval nápadům na možné vylepšení. Jelikož se jedná o dobrovolnou část, nejsou data kompletní, ale i tak se u každé varianty získalo alespoň 50 % dat. V tabulce 3 jsou znázorněny některé odpovědi. Výběr odpovědí byl založen na jejich četnosti (uvedené v závorce) a důležitosti z hlediska používání varianty.

Tabulka 3 – Výsledky otevřených odpovědí

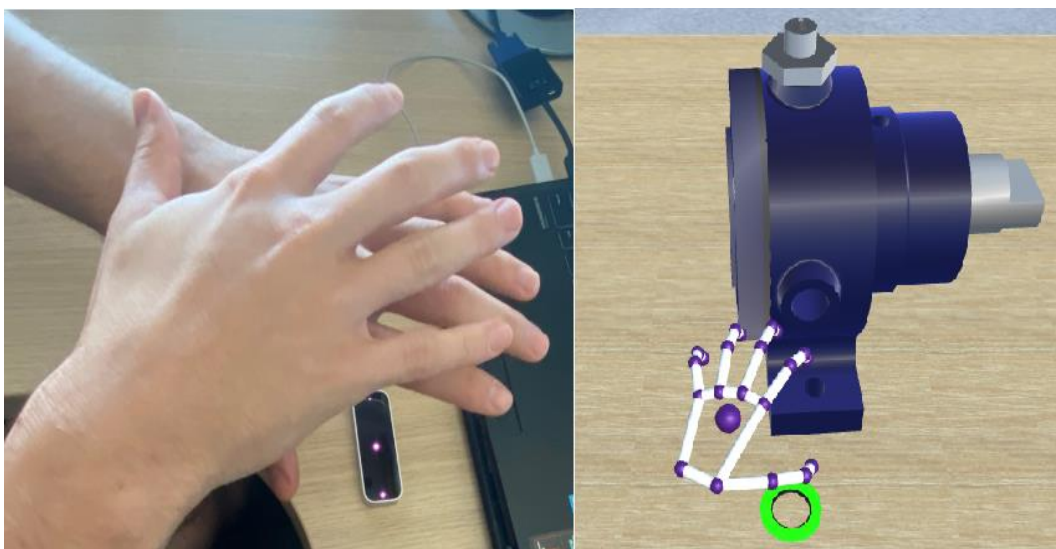
	Problém při testování	Nápady na vylepšení
HTC Vive	Držení tlačítka (2x) Jiné tlačítko	Rozstřel sestavy Čas
Leap motion	Uchopení (5x) Odstrčení dílu	Větší prostor (3x) Posouvání dílu

Co se týká hodnocení první varianty (HTC Vive), jedná se o „kosmetické“ úpravy, které se týkaly ovládání technologie. Uživatelé si pletli tlačítka nebo nebyli zvyklí je během interakce držet. Tyto problémy by se opravily jednoduchým přenastavením. Jelikož jejich četnost nebyla vyšší než 50 %, dá se předpokládat, že volba nastavení byla optimální. Nápady na vylepšení se týkaly spíše designu vylepšení celé aplikace než samotného zařízení. Mezi zajímavé nápady jsem zařadil čas montáže a rozstřel sestavy.

Druhá varianta měla více hodnocení především díky svým technickým nedostatkům. Více než polovině testujících vadila špatná detekce gesta pro interakci s objekty. Jako možné vylepšení testující navrhovali právě větší možný prostor pro snímání a interakci s objekty. Přišel mi zajímavý i návrh, kde by se díly z rozstřelu sestavy pouze posouvaly ve směru své pozice v kompletní součásti. Nicméně podle mého názoru se jedná o velmi zjednodušené simulování montáže, které nepředá potřebné zkušenosti v takové kvalitě, jako způsob interakce s objekty. Oproti první variantě tyto problémy by se daly odstranit vývojem zařízení a jeho postupným laděním.

3.4 Nedostatek Leap motionu

Během realizace virtuálního tréninku na Leap motion jsem objevil problém, který přidává další znehodnocení využitelnosti této varianty pro virtuální tréninky. Týká se tréninků, kde bychom chtěli zapojit obě ruce pro jednu součást. Problém je nasimulovaný na Obrázku 7. Jedná se o překřížení rukou. Během montáže mohou často vznikat situace, kdy potřebujeme jednou rukou něco přidržet, nebo můžeme pro zrychlení použít obě ruce. Pokud překřížíme ruce nebo se přiblíží prsty do těsné blízkosti, nastanou dvě situace, kde ideálnější variantou je snímání alespoň jedné ruky (viz Obrázek 7). Druhý stav je selhání trackování a povinnosti vrátit ruce do původní polohy k opětovné kalibraci. Tento problém může nastat i při montáži, kde využijeme pouze jednu ruku, protože snímající prostor je malý a pokud nebudeme obezřetní, můžeme si dlaně navzájem zastínit.



Obrázek 7 – Problém snímání

4 Závěr

Tento článek se zabýval porovnáním dvou technických variant pro používání virtuálního tréninku. Ze získaných dat a popsanych problémů si dovoluji tvrdit, že varianta HTC Vive je optimálnější pro využití virtuálních tréninků. I když je Leap motion levnější varianta, která je z hlediska zapojení, skladování, převozu a nároků přijatelnější, tak naměřené hodnoty ukazují na její nedostatky, které jsou vůči výhodně nízkým nákladům znatelné. Celkové využití pro školící aplikace je v konečném důsledku nákladnější než počáteční investování do varianty s brýlemi. HTC Vive je více uživatelsky přívětivá, při jejím ovládní se nemusíme soustředit na rychlost pohybů, nejsme omezeni prostorem (lze přecházet mezi více pracovišti) a samotná interakce s objekty je na přesnější úrovni. Samotné vysvětlení ovládní je snadnější a díky širší komunitě je vývoj a výzkum jednodušší, protože existuje více dokumentací a návodů pro vytváření aplikací.

Leap motion na mě působí z hlediska vývoje jako prototyp, který je potřeba ještě vyladit. Jeho nedostatky z něj dělají nepoužitelnou technologii pro montážní aplikace. Jedním z možných vylepšení je propojení s brýlemi HTC Vive, kde Leap motion nahrazuje ovladače, ale tím zaniká většina výhod, které Leap motion oproti variantě HTC Vive má. V současnosti neexistuje technologie, která by dokázala plnohodnotně nahradit ovladače pomocí trackování rukou. Jedná o zajímavý způsob komunikace mezi uživatelem a zařízením, nicméně je potřeba vylepšit některé technické nedostatky, hlavně snížit špatnou detekci gest a zvětšit trackující prostor. Největší problém vidím v křížení rukou, kde si budeme nejspíš muset pomoci druhým senzorem.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen za podpory interního grantu Západočeské univerzity číslo projektu je SGS-2018-031 s názvem Optimalizace parametrů udržitelného výrobního systému.

Použitá literatura

- [1] HUGGETT, C. *Virtual Training Basics*. 1st edition. Alexandria: Association for Talent Development, 2013. ISBN: 978-1562867027
- [2] WEICHERT, F., BACHMANN, D., RUDAK, B., FISSELER, D. Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller. *Sensors*. 2013, 13(5). DOI: <https://doi.org/10.3390/s130506380>.
- [3] CAGGIANESE, G., NERONI, P., GALLO, L. *The Vive Controllers vs. Leap Motion for Interactions in Virtual Environments: A Comparative Evaluation* [online]. Researchgate, 2019 [cit. 2020-08-19]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/325721087_The_Vive_Controllers_vs_Leap_Motion_for_Interactions_in_Virtual_Environments_A_Comparative_Evaluation/