

# DIE BY THE BLADE

ダイバイザブレード

**Tech** Design document



**Toko Midori Games**

## Technické špecifikácie

Herný engine	Upravená verzia Unreal 4 (4.22.3)
Renderovací engine	UE4
Zvukový engine	UE4/WWise
Programovací jazyk	C++/UE4 Blueprint
Serverová platforma	Amazon AWS – Gamelift (pre-release na Frankfurt DTC)
Platformy	Windows PC (STEAM) Sony PlayStation 4 Microsoft XBOX One

### Minimálne systémové požiadavky

Procesor	Quad-core Intel/AMD, 2.5 GHz alebo rýchlejší
RAM	8GB
HDD	8GB
GPU	DirectX 11 kompatibilná grafická karta s podporou SM4, 3GB RAM
OS	Windows 10 64-bit

### Použitý software

Microsoft Visual studio	2017/2019
Adobe Photoshop	2020
Epic Unreal Engine	4.22.3 (modifikovaný)
Plastic SCM	Cloud edition
Gimp	2.10+
Blender	2.8+
Zbrush	2020
Quixel Megascans	UE4 bridge + library
Autodesk Maya	LT 2020
Adobe Substance painter	Indie 2019.3.3
Adobe Substance designer	Indie 2019.3.3
Audiokinetic WWise	2019.1
Xsens suite	LTS ver.
GitHub desktop	2.4+
Houdini FX Indie	18.0.348+

## Technológia

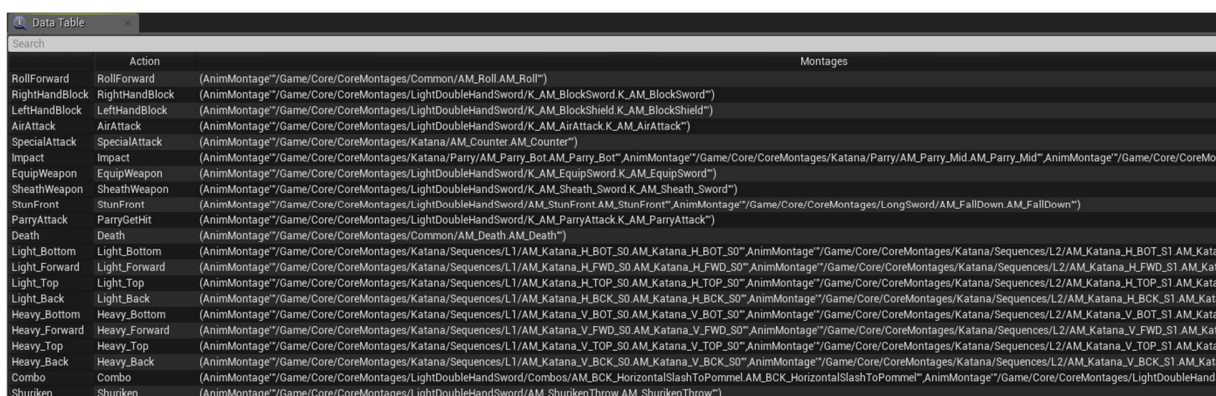
### Renderovací systém

Die by the blade je plne 3D renderovaná hra v rozmanitých prostrediach. Unreal 4 engine je extrémne flexibilný engine, ktorý samozrejme obsahuje aj výbornú a relatívne flexibilnú renderovaciu zložku.

### Animačný systém

Animačný systém v UE4 je extrémne flexibilný. Pre naše účely je absolútne nenahraditeľná jeho schopnosť mixovať animácie naprieč vrstvami a podpora animačného post-procesu.

Základom každého animačného systému je skeleton, alebo kostra, ku ktorej kostiam sú váhované naviazané časti 3D modelu. V prípade DBTB každá zbraň definuje súbor dostupných pohybov, ktoré potom prislúchajú určitej činnosti. Animácie prislúchajú vždy kostre, nie postave. Aby sme dosiahli plnú kompatibilitu každej zbrane s každou postavou, všetky postavy zdieľajú jednu základnú kostru. Tým pádom všetky animácie tejto kostry sú plne prehrateľné a našou jedinou úlohou je správne spojiť kostru s postavou (rigging). Je tam síce určité obmedzenie vzhľadom na to, že niektoré typy postáv by si možno vyžadovali inú štruktúru kostry. Modifikácia kostry, resp. jej úplné nahradenie však zároveň znamená kopírovanie všetkých animácií pre každú novú kostru (animation retargeting). Tento proces je nie len pracný (keďže po kopírovaní všetkých animácií ich musíme umiestniť do tabuliek pre všetky zbrane; vid' nižšie), ale aj celkom náchylný na chyby. V prípade zdieľanej kostry stačí v jednej konkrétnej tabuľke pohybov vymeniť jednu konkrétnu animáciu (montáž) a zmena sa propaguje na všetky postavy okamžite.



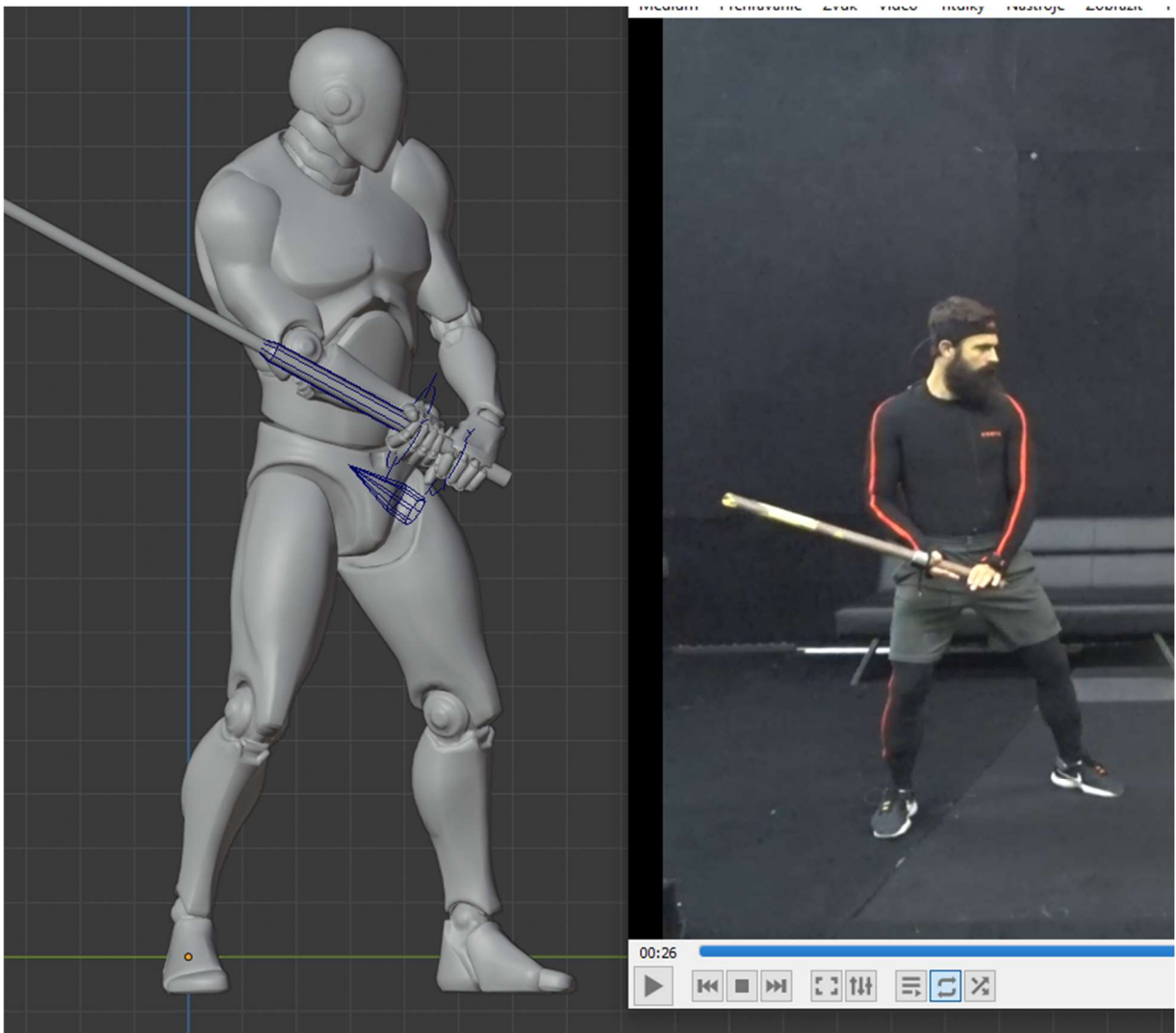
Action	Montages
RollForward	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Common/AM_RollAM_Roll")
RightHandBlock	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_BlockSword_K_AM_BlockSword")
LeftHandBlock	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_BlockShield_K_AM_BlockShield")
AirAttack	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_AirAttack_K_AM_AirAttack")
SpecialAttack	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/AM_Counter_AM_Counter")
Impact	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Parry/AM_Parry_Bot_AM_Parry_Bot" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Parry/AM_Parry_Mid_AM_Parry_Mid" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Parry/AM_Parry_Top_AM_Parry_Top")
EquipWeapon	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_EquipSword_K_AM_EquipSword")
SheathWeapon	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_Sheath_Sword_K_AM_Sheath_Sword")
StunFront	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/AM_StunFront_AM_StunFront" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LongSword/AM_FallDown_AM_FallDown")
ParryAttack	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/K_AM_ParryAttack_K_AM_ParryAttack")
Death	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Common/AM_Death_AM_Death")
Light_Bottom	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_H_BOT_S0_AM_Katana_H_BOT_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_H_BOT_S1_AM_Katana_H_BOT_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_H_BOT_S2_AM_Katana_H_BOT_S2")
Light_Forward	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_H_FWD_S0_AM_Katana_H_FWD_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_H_FWD_S1_AM_Katana_H_FWD_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_H_FWD_S2_AM_Katana_H_FWD_S2")
Light_Top	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_H_TOP_S0_AM_Katana_H_TOP_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_H_TOP_S1_AM_Katana_H_TOP_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_H_TOP_S2_AM_Katana_H_TOP_S2")
Light_Back	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_H_BCK_S0_AM_Katana_H_BCK_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_H_BCK_S1_AM_Katana_H_BCK_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_H_BCK_S2_AM_Katana_H_BCK_S2")
Heavy_Bottom	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_V_BOT_S0_AM_Katana_V_BOT_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_V_BOT_S1_AM_Katana_V_BOT_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_V_BOT_S2_AM_Katana_V_BOT_S2")
Heavy_Forward	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_V_FWD_S0_AM_Katana_V_FWD_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_V_FWD_S1_AM_Katana_V_FWD_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_V_FWD_S2_AM_Katana_V_FWD_S2")
Heavy_Top	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_V_TOP_S0_AM_Katana_V_TOP_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_V_TOP_S1_AM_Katana_V_TOP_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_V_TOP_S2_AM_Katana_V_TOP_S2")
Heavy_Back	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L1/AM_Katana_V_BCK_S0_AM_Katana_V_BCK_S0" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L2/AM_Katana_V_BCK_S1_AM_Katana_V_BCK_S1" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/Katana/Sequences/L3/AM_Katana_V_BCK_S2_AM_Katana_V_BCK_S2")
Combo	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/Combos/AM_BCK_HorizontalSlashToPommel_AM_BCK_HorizontalSlashToPommel" AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/Combos/AM_BCK_HorizontalSlashToPommel_AM_BCK_HorizontalSlashToPommel")
Shuriken	(AnimMontage"/Game/Core/CoreMontages/LightDoubleHandSword/AM_ShurikenThrow_AM_ShurikenThrow")

Obrazok 1: Ukážka tabuľky pohybov a animačných montáží

Animačné sekvencie samotných pohybov (sú to nie len útoky, ale aj úskoky, tasenie zbrane, reakcie na zásah a pod.) spájame do tzv. animačných montáží. Animačná montáž je spojenie viacerých animácií bez prechodov. Okrem toho je

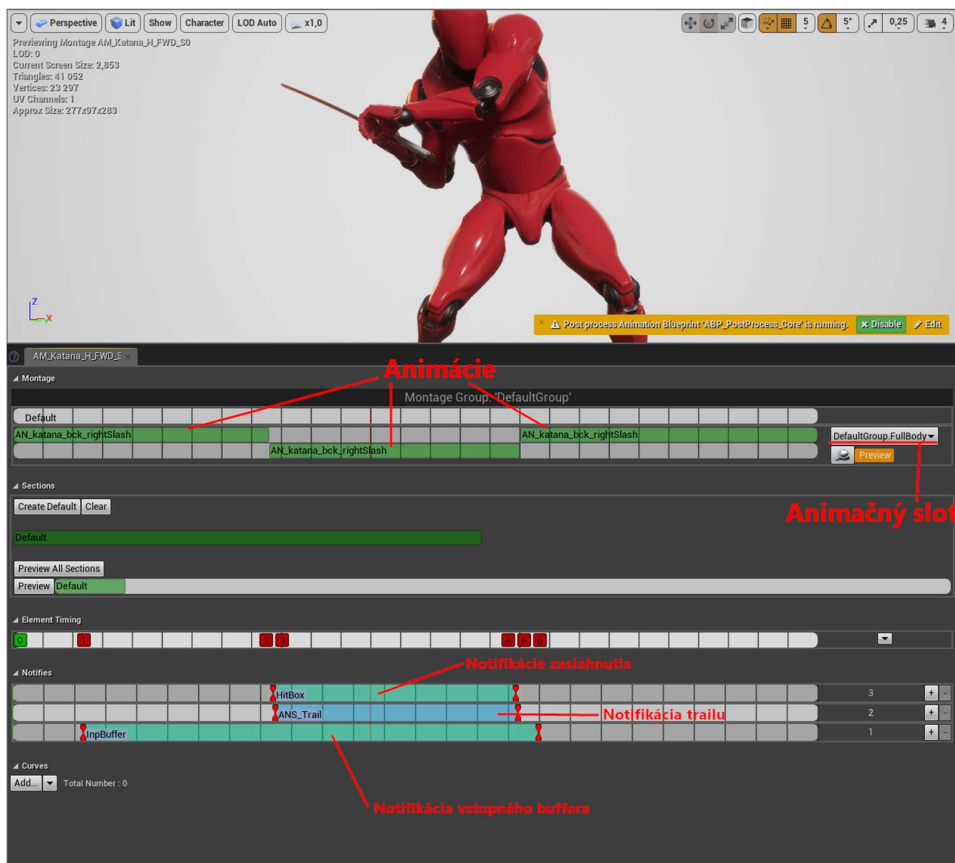
možné cieľiť animačnú montáž na konkrétny podstrom kostry (napríklad hornú, alebo dolnú časť tela), pridávať animačné udalosti (anim notify), alebo preskakovať niektoré časti montáže úplne.

Samotné animácie sme získali pomocou metódy motion capture zo zariadení XSENSE. Následne sú animácie očistené o chyby, prípadne upravené tak aby vhodne fungovali s bojovým systémom. Na obrázku nižšie je fotografia z nahrávania.



Obrázok 2: Fotografia z nahrávania, vs postava v hre

## Animačné montáže



Obrázok 3: Ukážka stavby štandardnej animačnej montáže

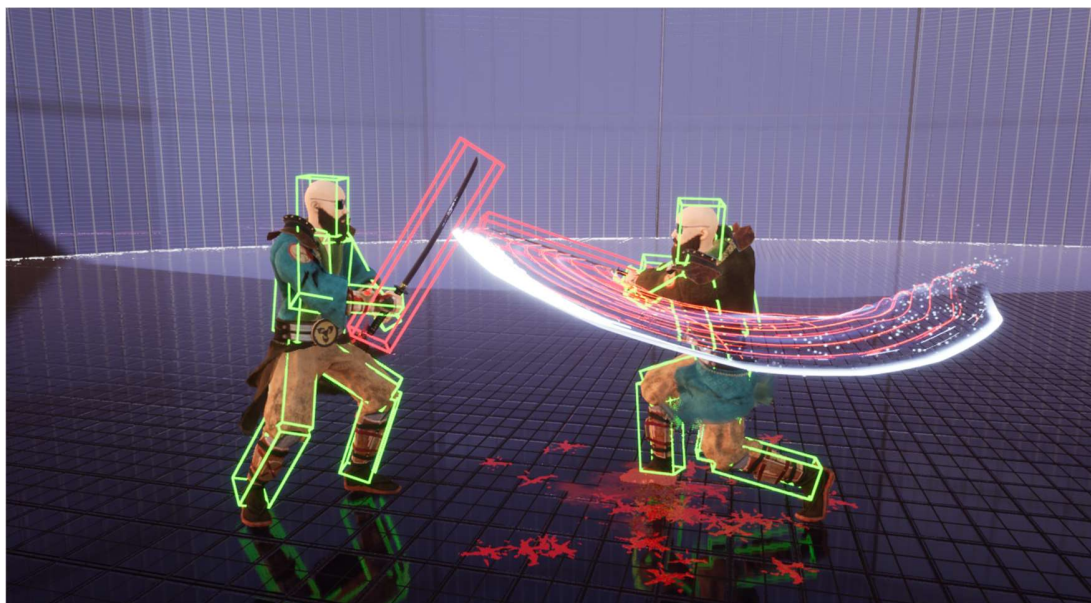
Štandardná animačná montáž (napr. útoku ako na Obrázku 3) sa skladá z jednotlivých animácií, animačného slotu a animačných udalostí. Ako vidíme na obrázku, útok je rozdelený do troch animačných častí. Prvá časť prezentuje „wakeup“ fázu, druhá časť je samotný útok a tretia „recovery“. Každá animácia sa dá samostatne orezať priamo v editore, meniť jej rýchlosť aj umiestnenie. Ak teda chceme aby bola recovery fáza kratšia, stačí orezať poslednú animáciu. Pomocou motion capture nahrávame samozrejme celú animáciu útoku. Tá sa potom rozdelí (po vyčistení) práve v tejto obrazovke na tieto tri samostatné časti. Animácie na sú synchronizované presne na okienko. To znamená, že ak prehráme celú animačnú montáž, nevidíme žiadne trhnutie, iba napríklad zrýchlenie/spomalenie. Animačný slot reprezentuje ktoré kosti kostry majú byť ovplyvnené. V hre máme rôzne sloty: „Full body“ – animácia sa prehrá na celej kostre, „Upper body“, animácia sa prehrá len na hornej časti tela, „Left hand“ a „Right hand“ – animácie sa prehrajú len na jednej, alebo druhej ruke.

Animačné udalosti (anim notify) umožňujú synchronizovať zmeny stavov herných s animačnými systémami. Jedným zo základných je „hit notify“. Ako vidíme zaberá určitý časový úsek. Počas tohto úseku herný systém vie, že je zbraň aktívna a vieme tak detegovať kolízie s časťami tela.

### Detekcia kolízií

Detegovanie kolízií zapína a vypína animačný systém cez „hit notify“. Tento typ udalosti ma vymedzený časový rámec a vždy má začiatok a koniec. Ukončenie udalosti sa vyvolá aj v prípade predčasného ukončenia prehrávania montáže.

Každá zbraň obsahuje nami definované body, ktoré využívame na detekciu. Herný systém vykonáva detegovanie kolízií vyslaním lúča na predchádzajúcu pozíciu toho istého bodu. Vznikne tak plynulá krivka kopírujúca trajektóriu pohybu čepele (červené čiary na obrázku 3).

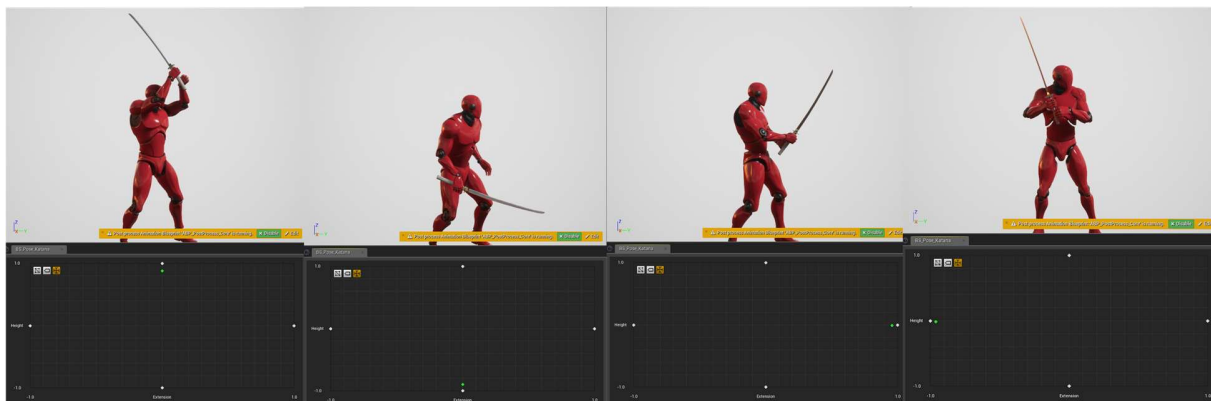


Obrázok 4: Ukážka hitboxov a trasovanie zbrane

Postavy majú na špecifických kostiach pripevnené tzv. kolízne boxy. Tie slúžia na jednoduchú fyzickú interpretáciu postavy. Nepotrebujeme (a ani nemôžeme očakávať dokonalú) kolíziu s 3D modelom. Pomocou boxov vieme odlišiť zásah do určitej časti tela. Tak je napríklad zásah do hlavy smrteľný. Keďže sa tieto boxy viažu tiež na kosť, všetky postavy majú rovnaké kolízne boxy. Je ale možné ich upraviť podľa typu postavy. Celý tento systém zdieľania častí umožňuje veľkú mieru flexibility a výrazne zjednodušuje proces pridávania nových postáv.

## Mixovanie animácií

Pre vytvorenie efektu jednoliateho pohybu sa v prípade chôdze, behu a pozície meča používajú tzv. blend spaces. Animácie v týchto BS sa lineárne prelínajú jedna cez druhú a ovládajú sa pomocou premenných.



Obrázok 5: Ukážka BS postoja katany

Na Obrázku 5 je ukážka blend space katany. Sivé body vyznačujú jednotlivé animácie, zelený bod je aktuálna hodnota dvoch premenných ( $x$  = náprah,  $y$  = výška). Obe premenné vznikajú načítaním hodnôt z ovládača/myši a posielajú sa do animačného systému. Ten na základe nich nastaví mix medzi dvoma najbližšími animáciami. Tieto postoje sa aplikujú iba na hornú časť postavy. Mix animácií z pohybového BS sa aplikujú na nohy, panvu a časť chrbtice. Vznikne ďalší mix medzi hornou a spodnou časťou tela, ktoré každá využívajú úplne iné BS. Postava sa tým pádom môže zároveň hýbať, aj meniť pozíciu meča.

## Sieťová architektúra

V prípade bojoviek sa hojne využíva GGPO, čo je vo svojej podstate predikčný systém s reverzom (umožňuje vrátiť simuláciu včase o pár krokov dozadu) na minimalizovanie oneskorenia medzi dvoma klientami. Nanešťastie korektná implementácia v UE4 by si vyžadovala hrubé zmeny v animačnom, replikačnom aj fyzikálnom systéme. Hlavným dôvodom je, že tento systém vyžaduje deterministické správanie všetkých klientov. To v UE4 nevieme dosť dobre zabezpečiť. DBTB tak používa štandardný systém replikácie medzi serverom a klientami a predikčný systém, ktorý posúva klienta ešte predtým, než server potvrdí jeho polohu. V prípade veľkého rozdielu dôjde k ostrému posunu, ale ak je vzdialenosť menšia, ako určitá hodnota, klient sa posúva lineárne naprieč viacerými krokmi. Tento systém

funguje relatívne spoľahlivo, až do RTT (round trip time) ~150ms. Pri vyššom oneskorení už dochádza k tak výrazným rozdielom, že sú skoky v animáciách a pohybe veľmi viditeľné. Tu je priestor na zlepšenie a je to jedna z oblastí, ktorej sa chceme venovať nie len pred, ale aj po vydaní hry.

Aktuálna verzia využíva dedikovaný server umiestnený na AWS cloud platforme od Amazonu. Tento server sa fyzicky nachádza vo Frankfurte a mal by pokryť celú Európu. Jednotlivé lokácie vo svete musia mať svoje vlastné inštancie servery, pravdepodobne v Japonsku, USA a Austrálii. Serverové inštancie sa spúšťajú na požiadanie. Hráči môžu vytvoriť svoje vlastné inštancie cez „Create session“. Vtedy sa im vyhradí jedna inštancia servrovej aplikácie, ktorá sa automaticky spustí. Inštancii je pridelené unikátne číslo. Hráč, ktorý dostal pozvánku sa na server môže pripojiť použitím tohto čísla. Potom už nasleduje štandardná procedúra, kde hráči zotrávajú hrajú vo svojej inštancii. Inštancia sa sama vypne, ak sa obaja hráči odpoja.

Matchmaking systém využíva sledovanie parametrov hráča, ktoré pomocou modifikovaného algoritmu ELO od maďarsko-amerického matematika Arpáda Ela spracujeme a spárujeme najvhodnejších kandidátov. Algoritmus samozrejme funguje len ak na matchmaking čakajú viacerí hráči.

## Lokalizácia

UE4 má vstavaný lokalizačný systém, ktorý využíva princíp tzv. tweeningu. Každý text, ktorý sa nachádza v hre má unikátne ID. Toto ID je zviazané s premennou, ktorá má obsahovať jazykové informácie (font, samotný text, formátovanie atď.). Tieto premenné sú kompilované do lokalizačnej tabuľky. Pre každý jazyk potom existuje jedna lokalizačná tabuľka a pri zmene jazyka sa aktuálna tabuľka jednoducho prehodí za inú. Textové elementy v UI, ktoré sú zviazané s lokalizačným systémom dostanú informáciu o tom, že sa zmenil jazyk a stiahnu si nové informácie. Systém podporuje aj zmenu fontu, ak sa zmení znaková sada (azbuka, japonské znaky, čínske znaky a pod.). Kompilácia textových elementov prebieha offline. Takže všetky texty musia byť dostupné dopredu. Výhodou systému je, že vie takto skenovať aj texty uložené ako premenné v zdrojovom kóde.

## Umelá inteligencia

Základ umelej inteligencie tvoria behaviorálne stromy. V DBTB využívame niekoľko behaviorálnych stromov na dosiahnutie rôznych vecí. Jeden slúži výslovne na hranie proti hráčom, ďalší slúži nám na hľadanie chýb, iný použitý v practice móde atď. Základná podmienka pri návrhu AI bola aby AI vedela ovládať postavu úplne rovnako ako hráč. Herný systém tak v skutočnosti nevie, či je postava ovládaná hráčom alebo umelou inteligenciou. Na dosiahnutie tohto cieľa AI sleduje niekoľko parametrov:

- Oponentov stav – hovorí o tom či sa bráni, blokuje, hýbe, útočí a podobne
- Oponentov „život“ – aj keď hrá nemá životy v pravom slova zmysle, táto premenná hovorí, či už bol predtým hráč zasiahnutý napr. do ruky
- Vzdialenosť k cieľu – meria či je cieľ dostupný na zásah
- Vlastný stav – podobne ako oponentov stav, no tu sleduje v ktorom stave sa nachádza ovládaná postava
- Uhol k oponentovi – podľa toho sa vie rozhodnúť, aký typ útoku má byť použitý (horizontálny vs. vertikálny)
- Časové limity – AI nielen sleduje svoj a nepriateľov, stav ale aj ako dlho sa obaja v danom stave nachádzajú
- Typ zbrane oponenta – podľa typu zbrane vie určiť kam až dokáže oponent zasiahnuť
- Typ zbrane AI – podobne ako vyššie, ale určuje vzdialenosť priblíženia na použitie vlastnej zbrane
- Sekvenciu útoku nepriateľa – sleduje poradové číslo sekvenciu útoku nepriateľa
- Sekvenciu vlastného útoku – sleduje poradové číslo sekvencie útoku vlastnej postavy
- Navigačná mapa – AI udržiava mapu prostredia, ktorú potom využíva na hľadanie cesty k danému cieľu (nemusí byť vždy protihráč)
- Postoj vlastnej a oponentovej postavy – sleduje nastavenie postoja, ktoré sa používa pri rozhodnutí, aký útok má zvoliť.

Pomocou série týchto parametrov vieme vystavať relatívne komplexné správanie umelej inteligencie. Treba však povedať, že pravdepodobne nikdy nebude tak dobrá aby porazila každého hráča. Obťažnosť AI sa dá nastavovať pomocou dvoch parametrov. Jedným je čakacia doba medzi rozhodovacími cyklami – AI je o niečo pomalšia, nie vždy reaguje a pod. A/alebo zablokovaním niektorých vetiev rozhodovacieho stromu.

## Telemetria

Sledovanie parametrov hráča vykonávame výlučne na účely matchmakingu a teda iba v prípade, že hráč hrá online s náhodnými protivníkmi. Dáta sa nezberajú pri lokálnom zápase, alebo pri zápase medzi dvoma priateľmi online. Parametre sa zhromažďujú počas zápasu a odosielajú sa do záznamu až po jeho úspešnom ukončení. To znamená, ak dôjde k prerušeniu spojenia, alebo jeden z hráčov odíde, parametre sa neodošlú a nezapíšu do databáz. Momentálne zbierame nasledovné parametre:

- Počet vykonaných útokov
- Celkový počet víťazstiev
- Celkový počet prehier
- Celkový počet zabití
- Celkový počet smrtí
- Celkový počet úspešných zásahov
- Celkový počet úspešných odrazení (parry)
- Celkový počet úspešných blokov

Je možné, že niektoré z týchto parametrov nie je nutné sledovať a ešte pred vydaním orežeme parametre, ktoré by neboli relevantné pre matchmaking systém. Dáta sú uložené v privátnom profile hráča na platforme STEAM. My k nim priamo nemáme prístup. Jediný spôsob ak sa dajú získať je skrz herný online subsystém. Citlivé osobné údaje nie sú súčasťou ukladaných ani posielaných dát.