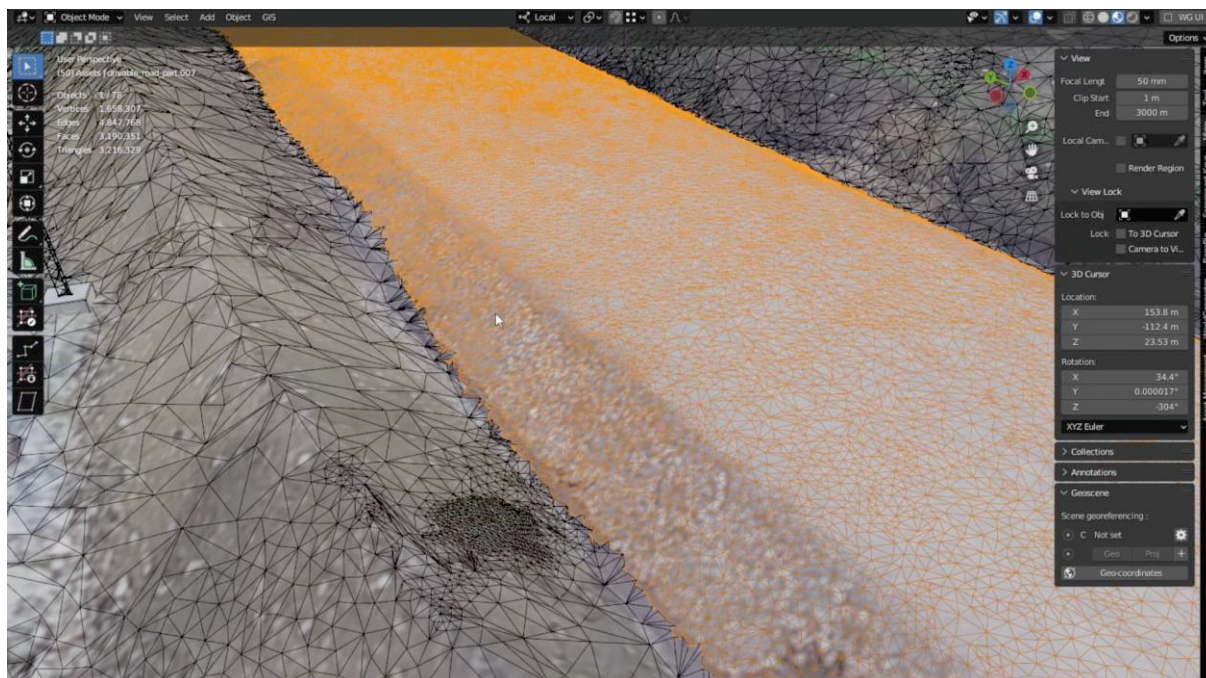


Project EDT: Editable Digital Twin



Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	3
2	Executive summary in English	4
3	Bakgrund	5
4	Syfte, forskningsfrågor och metod	5
5	Mål	5
6	Resultat och måluppfyllelse	6
7	Spridning och publicering.....	7
7.1	Kunskaps- och resultatspridning	7
7.2	Publikationer.....	7
8	Slutsatser och fortsatt forskning.....	7
9	Deltagande parter och kontaktpersoner.....	8

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Genom ett samarbetsprojekt mellan Repli5 och Volvo Autonomous Solutions (VAS), så kallat EDT, har vi framgångsrikt utvecklat ett innovativt mjukvaruverktyg som vi kallar WorldGenerator. Denna satsning syftade till att stärka relationen mellan parterna genom att på ett sömlöst sätt integrera banbrytande mjukvara i VAS verktygskedja. Projektets övergripande mål var att utveckla och integrera en MVP (Minimum Viable Product) med funktioner anpassade för VAS specifika behov. Genom kontinuerlig feedback under projektets gång kunde vi säkerställa att projektresultatet mötte deras krav. De primära målen var att skapa en mjukvarulösning som underlättar skapandet av simuleringsmiljöer, som sparar tid, minskar kostnader och förbättrar flexibiliteten under validering och verifieringsfasen (V&V) av autonoma system.

Kärnutmaningen som adresserats under projektet EDT var nödvändigheten i att påskynda utvecklingen av autonoma system genom virtuella simuleringar i dynamiska miljöer. Traditionella metoder för testning och träning av dessa system i den verkliga världen är både kostsamma och tidskrävande. Även om simuleringar erbjuder en mer kostnadseffektiv lösning är den manuella skapandeprocessen av simuleringsmiljöer fortsatt mödosamt. Som svar utvecklade Repli5 ett antal mjukvaruverktyg, WorldGenerator, som automatiserar renderingen av syntetiska världar för simulering.

Detta skulle kunna effektivisera V&V-processen och signifikant minska utvecklingskostnader samt Time-to-Market för autonoma lösningar. Lösningen innebar mer än bara en löicensmöjlighet för Repli5, utan också en transformativ lösning för VAS för att få bukt med historiskt dyra och riskfyllda processer.

Projektet utformades utifrån 3 grundpaket, där varje paket bidrog till utvecklingen av WorldGenerator-plattformen. Den första fasen fokuserade på det grundläggande behovet att sömlöst sammanfoga två världar/moduler, vilket möjliggjorde att två tidigare skilda 3D-tytor kunde anslutas till varandra på ett sömlöst sätt. Kontinuerlig feedback från Volvos V&V- och SIL-team spelade en avgörande roll för att förbättra funktionerna som utvecklades under denna fas. Det andra arbetspaketet gick ut på att bygga ett toolkit för att manipulera den virtuella miljön, med införandet av funktioner som deformation av tytor och stöd för procedurella/dynamiska objekt. Återigen säkerställde iterativ feedback från Volvos team att det fanns överensstämmelse med användarnas förväntningar. Det tredje arbetspaketet koncentrerade sig på utvecklingen av 3D-objekt och tilldelade resurser för skapandet av digitala assets för en verklig testplats, AstaZero.

Under vart och ett av arbetspaketen deltog Volvos V&V- och SIL-team aktivt genom att tillhandahålla ovärderlig feedback efter varje delmåls avslut. Denna iterativa process möjliggjorde en kontinuerlig förbättring och säkerställde att mjukvarans funktioner integrerades sömlöst med användarens behov. Engagemanget från Volvos team validerade inte bara de uppnådda framstegen utan förbättrade också den användarcentrerade designen av WorldGenerator-mjukvaran.

Sammanfattningsvis har EDT-projektet framgångsrikt uppnått de mål som var uppsatta genom att leverera en robust mjukvarulösning, WorldGenerator, som effektiviserar skapandet av simuleringsmiljöer för autonoma system. Samarbetet mellan Repli5 och VAS har stärkts och exemplifierar kraften i branschpartnerskap för att driva innovation. WorldGenerator's automatiserade funktioner minskar signifikant tiden och kostnaderna för V&V-processer och erbjuder både en strategisk fördel för Repli5 och en transformationslösning för VAS. När projektet avslutas står WorldGenerator-mjukvaran redo att revolutionera landskapet för utveckling av autonoma system och markerar en milstolpe i det fruktbara samarbetet mellan Repli5 och Volvo Autonomous Solutions.

2 Executive summary in English

The focus of the project was to build and improve software to create and edit 3D worlds used in vehicle simulation to accelerate the development of autonomous vehicles. Typically, 3D world creation is a time-consuming and expensive process done by 3D environment artists. To reduce cost and time, tools to make this process easier for autonomous vehicle engineers could provide huge benefit for the entire autonomous vehicle industry. In this project, we focussed on creating tools to edit "digital twins", or 3D reconstructions of real world test sites.

The outcome of the project is a software prototype developed to facilitate the creation of 3D digital twins for simulation of autonomous vehicles. The software offers an easier, less manual approach to import, edit and export 3D mesh for the purpose of vehicle simulation. Furthermore, a 3D digital twin was created as a prototypical export to the software. This editable digital twin not only proves the functionality of the software, but can also be used directly in vehicle simulation by the commercial partner.

The software development has advanced across three areas; importing, segmenting, and deforming 3D meshes. The software developed demonstrates functionality to change road surfaces, place potholes, add washboard deformations and place obstacles on the 3D digital twin.

3 Bakgrund

Simulering blir alltmer av en central process i utveckling, testning och validering av autonom programvara. Autonoma fordon kräver omfattande tester innan de tas i drift och simulering ger möjlighet att testa i en mer skalbar, säker och mångsidig miljö än enbart den verkliga världen. Därför är 3D-simuleringsmiljöer värdefulla för autonoma utvecklare att köra simuleringar i. För att minska klyftan mellan syntetiska världar och verkliga tester är digitala tvillingar i 3D av intresse som ett sätt att genomföra simulerade tester i en miljö som replikerar en verklig testmiljö.

Volvo och Repli5 har tidigare arbetat tillsammans för att skapa syntetiska miljöer. Projekt EDT bygger på tidigare samarbeten där fokus har legat på att bygga syntetiska 3D-miljöer som efterliknar verkliga platser, så kallade "digitala tvillingar" i detta sammanhang, samt verktyg för att iterera och redigera dessa digitala tvillingar.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med att skapa programvara för att redigera digitala tvillingar är att snabbt kunna skapa mycket variation genom att ändra vägytor eller skapa gropar i vägbanan, vilket inte kan replikeras snabbt eller kostnadseffektivt i verkliga tester. Denna painpoint var det primära syftet med projektet som Volvo uttryckte det.

Att redigera digitala tvillingar ger två möjligheter. För det första att skapa variation i den digitala tvillingen som representerar förändringar som sker i verkligheten på en testplats. Om till exempel en grop uppträder över tid i den verkliga världen, kan verktyg för att ändra den digitala miljön för att replikera den verkliga världen minska klyftan mellan syntetiska och verkliga testplatser. Å andra sidan kan redigering av digitala tvillingar ge unika insikter och variationer som inte enkelt kan replikeras i den verkliga världen. Detta ger en kostnadseffektiv och tidseffektiv metod för att testa autonom programvara utan manuell testning i den verkliga världen.

Metoderna bakom projektet kretsar kring möjligheten att redigera de digitala tvillingarna i en programvara som utvecklats av Repli5, så kallad WorldGenerator. Att skapa programvara som är användbar för industrin innebär vanligtvis att skapa verktyg som är intuitiva, enkla men ändå mycket funktionella.

5 Mål

Det primära målet med projektet var att skapa en programvara som inte bara kunde leverera värde för den autonoma fordonsindustrin, utan också visa verktyg för att redigera 3D digitala tvillingar som kan användas av industrin.

För att uppnå detta mål utvecklades funktioner för att importera, segmentera och deformera 3D-mesher. Verktyg för att placera gropar, tillämpa förinställda vägtyper och tillämpa "räfflade" deformationer på vägytan utvecklades för att uppnå det viktigaste målet, dvs att "redigera en digital tvilling" för att återspegla verklighetstroga förändringar som uppstår på grusväggar över tid.

Ett viktigt kriterium för de kommersiella parterna som framkom under projektets gång var användarvänlighet. 3D-programvara är vanligtvis komplex, och ingenjörer inom autonoma fordon är oftast otränade användare inom detta område. Att utveckla verktyg som var mycket funktionella, men svåra att lära sig, skulle visa sig vara mindre fördelaktigt för branschen. Under hela projektet har kommersiell feedback tagits tillvara och implementerats i programvaran "WorldGenerator". Under hela projektet har stor vikt lagts vid användarvänlighet, med flera workshops för att testa, reflektera och komma med idéer kring förbättringar direkt med målanvändaren. I slutet av projektet anordnades en mycket lyckad demonstrationsworkshop där potentiella användare av programvaran kunde testa hur man redigerar 3D-simuleringsmiljöer. Workshopen bevisade en av projektets viktigaste poänger, dvs att verktygen kan användas av ingenjörer inom autonoma fordon.

6 Resultat och måluppfyllelse

Resultaten innebar både kortsiktiga och långsiktiga fördelar för att påskynda utvecklingen av autonoma fordon, särskilt när det gäller verifiering och validering av den autonoma mjukvaran för att förbättra säkerheten för det utplacerade fordonet.

En delleverans inkluderade en tredimensionell Digital Tvilling av AstaZer's testområde. Detta gav omedelbart ett värde för VAS eftersom de fick en virtuell 3D-simuleringsmiljö baserat på deras verkliga testområde. Detta ger redan värde till V&V- och SIL-teamen på VAS. Det långsiktiga resultatet av projektet är en uppsättning mjukvaruverktyg som har utvecklats parallellt med VAS feedback.

Resultatet av projektet är en prototyp-mjukvara som enkelt kan redigera en 3D-mesh och användas av autonoma ingenjörer. Denna produkt som är i ett tidigt skede, kan vidareutvecklas och säljas till fordonsindustrin samt till fordonstillverkare inom skogsbruk, gruvgård, robotteknik och andra utvecklare av autonoma maskiner. En fortsatt kommersiell relation undersöks mellan projektparterna, och förväntningen är att denna programvara utvecklas ytterligare för att underlätta utvecklingen av autonom rörlighet.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området		
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt		
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	
Introduceras på marknaden	x	
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

Det finns ingen avsikt att offentliggöra resultaten av innovationen, eftersom projektet är av kommersiell natur snarare än ren forskning.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Sammanfattningsvis lyckades projektet utveckla en mjukvaruprototyp för att skapa "redigerbara digitala tvillingar". Prototypen gör det möjligt att importera, segmentera och redigera vägytor på en 3D-mesh från en lidarskanning som kan användas för att skapa simuleringsmiljöer för testning av autonoma fordon. Ytterligare produktutveckling kommer att följa, med potentiell ytterligare forskning som ska genomföras inom automatisering av flera processer för att minska den tid det tar att skapa och redigera dessa 3D-världar. Den utvecklade programvaran är avsedd att släppas på marknaden som en tidig produkt och kommer att fortsätta att utvecklas.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Repli5 CEO: Stefan Svahn

Repli5 Project Co-ordinator: Elliot Sparrow



Volvo Autonomous Solutions

President of Volvo Autonomous Solutions: Nils Jaeger

Volvo Autonomous Solutions Kontaktperson: Ivana Jern

