

Sprutbetongsimulator - Sammanfattning av fas 1 analys

Introduktion

Utbildning av sprutbetongrobotförare har varit väldigt dyrt då detta traditionellt har skett på riktiga arbetsplatser. På BESAB fick man idén att det borde gå att använda datorsimuleringar för att utföra åtminstone delar av utbildningen och på så vis skära ner kostnaderna för utbildning. Under 2007 gjordes en förstudie för att undersöka möjligheterna att utveckla en sådan virtuell miljö. Förstudien blev något senare startskottet för ett examensarbete som genomfördes under våren 2009. Slutresultatet av detta blev en datorprototyp som kom att fungera som ett konceptbevis för en fullständig simuleringsmiljö.

Under hösten 2009 började arbetet med en fullständig träningsimulator för sprutbetongförare. Projektet delades in i två faser ("Fas 1" och "Fas 2"). Det här dokumentet beskriver de steg som har tagits i Fas 1. I projektstarten delades projektmålen in i ett flertal delar där varje del är en större bit funktionalitet som krävs för att uppnå en fungerande slutprodukt.

Vidare beskrivs statusen för de olika delar som ingår i Fas 1 av samt de designbeslut som tagits under projektets gång. Utvecklingen av många av delarna pågår fortfarande och kommer även fortsätta under Fas 2 av projektet. I och med detta beskrivs även vilket fortsatt arbete som kommer behövas för de olika delarna.

Detta dokument är en kort sammanfattning på svenska. För mer detaljer, se den fullständiga rapporten på engelska.

Personer och Kontakter

Många personer bidrar med kompetens och idéer till utvecklingen av simulatoren. Här återfinns alla som medverkat.

Petter Börjesson, Mattias Thell - Chalmers Tekniska Högskola
- Mjukvaruutvecklare och medlemmar i gruppen Visualiseringsteknik på avdelningen för Construction Management

Mikael Johansson, Mattias Roupé, Börje Westerdahl - Chalmers Tekniska Högskola
- Medlemmar i gruppen Visualiseringsteknik på avdelningen för Construction Management

Per-Erik Josephson - Chalmers Tekniska Högskola
- Professor på avdelningen Construction Management

Lars O. Ericsson - Chalmers Tekniska Högskola
- Avdelningen för Geologi och geoteknik

Tommy Ellison - BESAB
- Teknisk chef och initiativtagare till projektet.

Henrik Eriksson - BESAB
- Erfaren operatör av sprutbetongrobotar

Gunilla Teofilusson - CBI Betonginstitutet
- Arbetar med utbildningar som handlar om betong i olika sammanhang

Mikael Hellsten - BeFo
- Forskningsdirektör på BeFo

Per Vedin - Trafikverket
- Bergtekniker på Trafikverkets leveransdivision

Kjell Windelhed - Trafikverket
- Bergtekniker på Trafikverket

Martin Bergström - Tyréns
- Regionschef, väst

Benjamin Krutrök - LKAB
- Produktionschef för sprutbetong och betongtillverkning på KGS AB

Robert Sturk - Skanska
- Teknisk chef

Quanhong Feng - 3D Laser Scanning at ÅF Infrastruktur AB
- Arbetar med laserscanning av tunnlar och andra platser

Tekniska ändringar och framsteg

Mycket av arbetet i den första fasen har gått ut på att förbättra det tekniska ramverk som bygger upp simuleringsmiljön. Nedan följer några av de förbättringar som gjorts på området.

1. Grafik

När utvecklingen började under fas ett var simulatören baserad på arbetsprototypen som skapats under examensarbetet. Prototypen hade en del brister som gjorde att den inte lämpade sig helt som grund för en fullskalig simulator och på grund av detta gjordes ändringar för att förbättra situationen. Renderingsbiblioteket, Open Scene Graph (OSG), som användes i prototypen ersattes med OpenGL 3.2 då OSG var bristfälligt på många områden. Samtidigt designades simulatorarkitekturen om för att förenkla komplexiteten med ljussättning. Andra saker som tillkommit är till exempel skuggor som bidrar mycket till att höja realismen i simulatören.

2. Fysik

Bullet, ett open source-bibliotek har integrerats med simulatören för att lösa kollisiondetektering och fysiksimulering.

3. Hårdvarugränssnitt för kontroller

För att kunna koppla in riktiga kontroller till simulatören behövdes det ett gränssnitt mellan simulatören och den seriella porten som kontrollerna kommunicerar med. För att kunna koppla kontroller till simulatören så har det i simulatören implementerats ett protokoll som vet hur man kommunicerar med kontroller via ett seriellt gränssnitt. Detta är konfigurerbart för att kunna använda kontroller av olika modell.

Robot

Prototypen använde en väldigt simpel robotmodell som inte stämmer överens med vad man kan se i verkligheten. På grund av detta så har en ny robot med korrekt antal leder lagts till i simulatören. Samtidigt har arbete gjorts för att generalisera inladdningssystemet för robotar så att flera olika robotmodeller skall kunna laddas in i framtiden.

Simuleringsmiljön

Under fas ett har simuleringsmiljön genomgått många förbättringar för att effektivisera utvecklingen och minimera arbetsbördan för datorn som kör programmet.

För att åstadkomma detta har så mycket som möjligt av arbetsbördan flyttas till det specialiserade grafikkortet istället för processorn vilket gör många operationer mer effektiva. I prototypen används en teknik som kallas för Parallax Occlusion Mapping för att visualisera hur betongen fäster och förändrar stenyrtorna i en tunnel. Tyvärr har denna teknik ett antal nackdelar som gjorde att det till slut beslutades att testa en annan teknik. Istället används nu en teknik för att förskjuta geometrin i tunnelväggarna direkt, vilket gör att man får ett mycket mer realistiskt resultat.

För att träningen i simulatören ska ge bra resultat är det även viktigt att miljöerna är realistiska. Därför använder simulatören nu modeller som är skannade med laser i riktiga arbetsmiljöer. Detta gör att man kan träna i autentiska tunnelmiljöer.

Statistik

All information som behövs för att rendera simuleringen finns tillgänglig och kan utnyttjas till att i realtid visa statistik över ett händelseförlopp. Genom att visualisera statistik på olika sätt kan operatören och handledare läsa och tolka statistik både i realtid och i efterhand för bedöma kvaliteterna på ett träningspass. Detaljerna om vilken statistik och hur den ska visas är inte helt klart utan mycket av detta arbetet kommer ske i fas två.

Gränssnitt och användarvänlighet

Ett av kraven för all mjukvara är att den skall vara enkel att använda, det vill säga att den ska ha ett gränssnitt som är intuitivt och enkelt att använda. För att kunna konstruera ett gränssnitt för användarna av simulatören har ett system för att visualisera gränssnitt implementerats. Gränssnittet

självt kommer att vidareutvecklas efterhand under fas två då verktygen som operatörer ska använda imlementras och kraven på simulatorn blir klara.