

Bewegungssystem zu Führerstandsimulator

Im Eisenbahnbereich sind Simulatoren nur wenig verbreitet – ein Grund sind die hohen Kosten bei kleinen Fahrzeugserien. Die Hochschule für Technik und Informatik (HTI) Biel hat zusammen mit der Parkem AG ein Bewegungssystem zur Simulation eines Führerstandes entwickelt.



Ausblick aus dem imaginären Führerstand des Locsim-Simulators. Die Software kommt an verschiedenen Orten zum Einsatz, zum Beispiel als Lokomotivführer-Ausbildungssimulator bei der Railplus AG oder der CJ Chemins de fer du Jura.

Obwohl Simulatoren für Flugzeuge oder militärische Objekte seit Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit sind, findet man diese im Bahnbereich nur selten. In der Schweiz und dem benachbarten Ausland sind einige wenige Anlagen im Einsatz. Ein Grund für die geringe Verbreitung sind die hohen Kosten, die eine Verwendung durch kleine Verkehrsbetriebe oder für kleine Fahrzeugserien ausschliessen. Mit solchen Simulatoren lassen sich Lokomotiv- und Wagenführer in verschiedenen Bereichen, beispielsweise der Aneignung von Strecken- und Fahrzeugkenntnissen, aus- und weiterbilden. Durch den Einsatz eines Simulators wird der Regelbetrieb nicht gestört und es können auch betriebsgefährdende

Störungen nachgebildet werden. Der Energieverbrauch minimiert sich verglichen mit dem Einsatz echter Fahrzeuge massiv. Solche Simulatoren lassen sich in videobasierte und in digitale Sichtsysteme aufteilen. Der Vorteil der neueren Technik digitaler Sichtsysteme liegt darin, dass die Bewegungen in der Umgebung unabhängig von der simulierten Fahrgeschwindigkeit dargestellt werden können.

Fortschritte bei Führerstandsimitation

Für die Bearbeitung von Projekten in Semester- und Diplomarbeiten im Zusammenhang mit Fahrzeugumbauten benötigte die Hochschule für Technik und Informatik (HTI) in Biel ein Rechenwerkzeug, mit dem

das Verhalten von Triebfahrzeugen mit unterschiedlichen Steuerungen und unterschiedlichen Fahrstilen auf beliebigen Strecken nachgebildet werden konnte. Dazu wurde Mitte der 90er-Jahre ein PC-Programm geschaffen, das anfänglich im Textmodus auf dem Bildschirm bloss Zahlenwerte wie Geschwindigkeit, Position oder Ströme etwa im Sekundentakt aktualisierte. Immerhin konnte das System über die Tastatur in Echtzeit gesteuert werden. Mit der rasanten Entwicklung der PC-Rechenleistung kamen immer mehr Funktionen und Features hinzu: Aktuell wird die Strecke dreidimensional am Bildschirm mit Bildaufbereitungsraten von über zehn Bildern pro Sekunde dargestellt.

Die Umgebung mit Gebäuden, Signalen und Landschaften kann in beliebiger Detaillierung dazugefügt werden und nächstens werden sich auch Personen in der Szenerie bemerkbar machen. Anstelle eines gerechneten 3D-Bildes können auch Videobilder gesteuert dargestellt werden. Dies alles geschieht parallel zur physikalischen Berechnung des Fahrzeugs wie beispielsweise Strom-Iterationen oder Sättigungskennlinien der Motoren (vgl. Kasten).

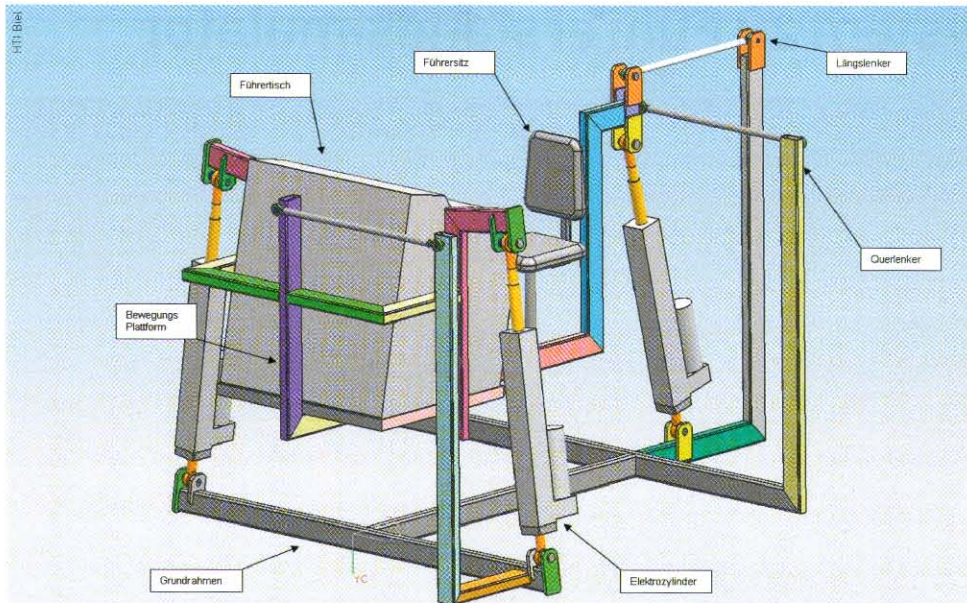
Realitätsnahe Bedienung

Die Bedienung des Simulators kann auf zwei Arten erfolgen: einerseits über das originalgetreue Bedienpult, dessen Bedien- und Anzeige-Elemente direkt mit der SPS verbunden sind. Die Signale werden dabei über RS232 vom PC aus gesetzt beziehungsweise gelesen. Die Aktualisierung der Instrumente und das Erfassen der Schalterstellungen erfolgt mindestens alle 100 ms.

Andererseits kann der Simulator auch über einen Joystick oder mit Tastatur und Maus direkt am PC bedient werden. Alle für die Bedienung des Fahrzeuges notwendigen Schalter, Instrumente und Meldelampen sind auch im Programm nachgebildet.

Bewegung bringt Fahrgefühl

Um das Fahrgefühl noch zu verbessern, sollten nun auch Längs- und Querbeschleunigungen und -neigungen spürbar gemacht werden. Um diese Bewegungen des Zuges zu simulieren, wurde eine bewegliche Plattform mit aufgebautem Führerstand entwickelt, der über einen Sitz sowie Bedien- und Anzeigegeräte verfügt. Die Plattform wird von drei mit Servomotoren angetriebenen Elektrozylin-



Modell des beweglichen Führerstandes: Die bewegliche Plattform vermittelt ein realitätsnahes Fahrgefühl – Längs- und Querbeschleunigungen sowie -neigungen werden spürbar.

dern der Serie ET von Parkem bewegt. Diese Elektrozyylinder mit Spindeltrieb sind für insgesamt 900 kg im Dauerbetrieb ausgelegt und erlauben es, die Plattform in der Querachse (Nicken) und der Längsachse (Rollen) sehr genau und realitätsnah zu neigen. Die Neigung um die Querachse simuliert die Fahrzeugbeschleunigung und -verzögerung in Längsrichtung, die Neigung um die Längsachse simuliert die Querbeschleunigungen durch Kurven oder Gleisüberhöhungen. Eine Drehung um die Hochachse (Gieren) ist bei Schienenfahrzeugen nicht nötig, weil diese in den Schienen geführt werden und Beschleunigungen um die Hochachse dadurch klein sind. Schlingerbewegungen und Schütteln in Querrichtung müssen durch kleine, ruckartige Bewegungen simuliert werden, was die Elektrozyylinder ohne Probleme meistern.

Konstruktiv besteht der Simulator aus einem Grundrahmen mit Lagerungen für die Elektrozyylinder und zwei Quer- und einem Längslenker. Die Bewegungsplattform ist ein Rohrträgersystem mit der Anlenkung der Zylinder und der Lenker. Darauf aufgebaut ist ein Führerstand mit Sitz und Tot-

mann-Pedal. Die Quer- und der Längslenker führen die allseitig bewegliche Plattform und halten diese in Position. Alle Lagerstellen sind mit wartungsfreien sphärischen Gelenklagern ausgerüstet. Damit kein Augenkontakt mit dem Horizont besteht, wird der ganze Simulator mit einem schwarzen Zelt abgedeckt.

Bewegungssystem steuern

Die Simulationssoftware «Locsim» läuft auf einem handelsüblichen PC und berechnet periodisch alle relevanten physikalischen Größen. Abhängig von den Schalterstellungen am Simulator berechnet das Programm die aktuelle Geschwindigkeit und die Zugkraft und übergibt diese via RS232 an die Steuerung im Simulator. Diese gibt die aktuellen Signale über ihre Ausgänge an die analogen Anzeigergeräte weiter. Gleichzeitig wird vom Losheim das 3D-Bild für die Strecke berechnet und angezeigt. Die Umsetzung der Kräfte in Soll-Positionen geschieht im Programm der Steuerung (SPS). Die Sollpositionen werden über eine CANopen-Schnittstelle an die Xenus-Servoregler gesendet, welche die Motoren antreiben. Bei der Auswahl der Servoregler zur Ansteuerung der Elektro-

zyylinder war unter anderem die Tatsache entscheidend, dass diese über CANopen angesteuert werden können, da die

SPS bereits mit CANopen-Schnittstellen ausgerüstet ist. Der Ablauf der Steuerung präsentiert sich dadurch auch recht einfach: Als Erstes erfolgt die Initialisierung der Grundwerte über SDO. Danach wird das PDO-Mapping durchgeführt, die Motoren werden bestromt und es folgt die Referenzfahrt der Elektrozyylinder. Die für den Betrieb notwendigen Parameter wie Steuer- und Statuswort oder Soll- und Istposition werden über den zyklischen PDO-Kanal alle 10 ms übertragen. Andere Parameter wie zum Beispiel die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung werden azyklisch über SDO's gesetzt.

Dipl. Ing. FH Giancarlo Gangi
Applikationsingenieur, Parkem AG
MotionControl, Baden-Dättwil
giangarto.gangi@parkem.ch
www.parkem.ch

Dr. Ing. Hansjürg Rohrer, Professor
für elektrische Maschinen und
Zugförderung, Fachhochschule Biel
www.locsim.ch

zudem

Führerstand-Simulationsprogramm Locsim

Das Programm Locsim dient der Real-Time-Simulation eines Triebfahrzeugs. Dabei werden bei elektrischen Fahrzeugen die Hauptstromkreise (Traktionsstromkreise) mit Transformator, Umrichtern, Motoren und Schaltern nachgebildet, bei thermischen Fahrzeugen der Antriebsstrang. Zudem werden die Überwachungs- und Steuerstromkreise (Leittechnik) simuliert. Die Bedienung des Programms erfolgt analog der Bedienung eines Triebfahrzeuges, das heisst, es sind alle massgeblichen im Führerstand vorhandenen Schalter, Steuerelemente und Instrumente nachgebildet. Das elektrische beziehungsweise thermische Verhalten des Triebfahrzeuges wird quasi stationär mit frei wählbarem Zeitschritt berechnet. Zusammen mit dem mechanischen Verhalten des Triebfahrzeugs und des Zuges (Massen, rotierende Massen) sowie den Streckencharakteristika (Adhäsion, Steigung, Kurven, Spannungsabfälle in Fahrleitung) ergeben sich Zugkraft, Beschleunigung und Geschwindigkeit. Ein 3D-OpenGL- oder Videobild-Führerstandsansicht sowie beliebige Online-Resultate werden am Bildschirm ständig aktualisiert.

Die Modellierung der Strecke erfolgt durch das Längsprofil (Steigungen, Kurvenradien, Überhöhungen, zulässige Geschwindigkeiten) sowie über Stationspläne und Signaltabellen. Alle Signale und Tafeln der schweizerischen Fahrdienstvorschriften sowie die wesentlichen Signale der italienischen Fahrdienstvorschriften sind integriert.

Die Simulationsergebnisse werden in einem frei wählbaren Zeitschritt in Dateien geschrieben, von wo aus sie mittels einer programminternen Plott-Funktion dargestellt werden können.

Mit Schieberegler und Knöpfen werden Fahrleitungsspannung, Adhäsion, Beladung, Tageslicht und Nebel verändert. Auch ist es möglich, beliebige Störungen oder Notbremsauslösungen hervorzurufen.

www.locsim.ch