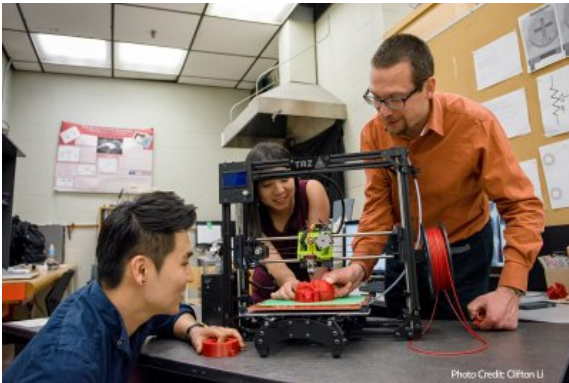


Dr. James Andrew Smith ist Spezialist für Erfahrungslernen und forscht im Bereich der Modellierung der menschlichen Geburt sowie der Robotik. MapleSim hat er in jüngster Zeit dazu eingesetzt, nach Wegen zu suchen, um Techniken zur Einleitung der Geburt zu verbessern und um die Energierückgewinnung bei Geräten zur Rehabilitation zu optimieren. Dr. Smith lehrt an der Lasseonde School of Engineering der Universität York in Kanada.

MapleSim-Modelle helfen bei der Entwicklung eines Ausbildungssimulators, um Techniken zur Geburtseinleitung zu verbessern



Dr. James Smith, Forscher auf dem Gebiet der Biomechanik, und sein Team haben MapleSim eingesetzt, um einen Gebärmutterhals bei der Geburtseinleitung durch einen Foleykatheter zu modellieren.

Was in aller Welt soll eine Software zur technischen Entwicklung mit der Geburt von Babies zu tun haben?

Forscher aus den Bereichen Technik, Geburtshilfe und Obstetrik an der Ryerson University und der McMaster University arbeiten an der Entwicklung eines elektromechanischen Modells eines Gebärmutterhalses während der Geburtswehen. Sie benötigen dieses Modell, um die Änderungen zu demonstrieren, die beim normalen Wehenverlauf im Gebärmutterhals auftreten. Insbesondere untersuchen Sie die Veränderungen im Gebärmutterhals bei einer natürlichen Geburt im Vergleich zu einer künstlich eingeleiteten Geburt. Sie wollen den Vorgang besser verstehen, um einen Ausbildungssimulator zu entwickeln, der von Studierenden und Forschern dazu eingesetzt werden kann, die normalen Veränderungen im Gebärmutterhals bei den Wehen zu demonstrieren, Techniken zur Einleitung der Geburt zu üben und die Wirksamkeit der verschiedenen Einleitungsmethoden zu untersuchen.

Die Wehen werden bei vielen Schwangeren künstlich eingeleitet, wenn der Geburtstermin überschritten ist und ein Risiko für das Kind besteht, wenn es nicht bald geboren wird. So enden über 20% aller Schwangerschaften in den USA und in GB mit einer künstlich eingeleiteten Geburt. Ein Werkzeug hierzu ist der Foleykatheter. Dabei wird ein kleiner Ballon vorsichtig durch die Öffnung des unteren Teils des Gebärmutterhalses eingeführt, bis er soeben das Innere der Gebärmutter erreicht. Anschließend wird der Ballon mit einer Salzlösung gefüllt, um vom Inneren der Gebärmutter aus den Druck von oben auf den Gebärmutterhals zu vergrößern und so den Druck durch den Kopf des Kindes zu simulieren. Der abwärts gerichtete Druck löst die natürliche Reaktion des Körpers zum allmählichen Öffnen des Gebärmutterhalses aus und hilft so, die Geburt einzuleiten.

Auch wenn diese einfache Technik bereits um 1850 eingeführt worden ist, ist die genaue Mechanik immer noch nicht ausreichend quantifiziert worden. Dr. James Andrew Smith, ein Forscher auf dem Gebiet der Biomedizintechnik und Assistenzprofessor in Elektro- und Computertechnik an der Ryerson University, hat beschlossen, mit Hilfe von MapleSim ein Modell eines Gebärmutterhalses bei der Geburtseinleitung mit einem Foleykatheter zu erstellen.

Wegen der natürlichen Symmetrie hat er nur ein Viertel des Gebärmutterhalses modelliert, wobei jeder Abschnitt angenähert durch einen Arm mit mehreren Gelenken dargestellt wird, dessen Bewegung eine Reaktion auf eine von oben einwirkende Zugkraft ist. Das entsprechende mathematische Modell ist ein

System mit einem doppelten Schubgelenk, einem doppelten Gelenkzapfen und einer Federunterstützung. Daraus hat er mit MapleSim die dynamischen und kinematischen Gleichungen, die dieses System bestimmen, hergeleitet und analysiert. Mit diesen Informationen konnte er Simulationen ausführen, um mit Parametern wie der Stärke und Richtung der auf den Gebärmutterhals einwirkenden Kraft und den Abmessungen des Gebärmutterhalses zu experimentieren und zu untersuchen, wie Änderungen die Dauer der Eröffnungswehen beeinflussen (die Zeit, die erforderlich ist, um den Gebärmutterhals auf den ausgewählten Zielwert von 4,5 cm zu dehnen, als den Punkt, an dem die aktiven Wehen häufig einsetzen).

Durch Vergleich seiner Simulationsergebnisse aus MapleSim mit den verfügbaren experimentellen Daten konnte er sein Modell so abstimmen, dass eine gute Übereinstimmung erreicht wird. Insbesondere zeigt sein Modell eine nahezu konstante Dehnungsrate, was mit dem beobachteten Verhalten übereinstimmt.

Zu den nächsten Schritten in diesem Projekt gehört die Erstellung eines realen elektromechanischen Modells eines Gebärmutterhalses. Dieser reale Ausbildungssimulator wird dazu eingesetzt werden, Studierende der Medizin und der Geburtshilfe darin auszubilden, den Ballon einzuführen. Außerdem erlaubt er Untersuchungen anderer Vorrichtungen zur Dehnung des Gebärmutterhalses in einer risikofreien Umgebung. Außerdem wird er dazu verwendet werden, Kontaktmodelle zu entwickeln, die beim Verständnis der Reibung zwischen Ballon und Gebärmutterhals helfen. Diese Daten können in das virtuelle Modell in MapleSim zurückgeführt werden und dazu beitragen, dessen Genauigkeit zu verbessern. Weiterhin ist geplant, mit Hilfe von MapleSim ein Gerät zu entwickeln, das andere Komplikationen bei der Geburt simulieren kann.

„MapleSim ist ein ideales Werkzeug zur Modellierung von Multidomain-Systemen, wie sie z.B. in der Biomedizintechnik vorkommen. Die Modelle lassen sich schnell erzeugen und die Werkzeuge zur mathematischen Analyse helfen mir, wirklich zu verstehen, was in meinem System vorgeht und wie ich es verbessern kann, bevor ich einen realen Prototypen baue“, erklärte hierzu Dr. Smith. „Die moderne Technik hat der Medizin eine Menge zu bieten und Werkzeuge wie MapleSim machen es schneller und einfacher, Projekte wie dieses soweit voranzubringen, dass sie Menschen wirklich helfen.“

Optimierte Energierückgewinnung mit MapleSim zur Verbesserung von Hilfsgeräten

Der Großteil der Forschung zu Bewegungen von Menschen, Tieren und Robotern konzentriert sich seit jeher darauf, alltägliche Aktivitäten wie Gehen, Laufen, Drehen, Starten, Beschleunigen und Verzögern zu verbessern. Weniger Aufmerksamkeit hat man hingegen der Unterstützung von Bewegungen wie Aufstehen und Setzen gewidmet. Diese Bewegungen erscheinen zwar vergleichsweise einfach, werden jedoch mit zunehmendem Alter und schwindender Gesundheit immer schwieriger.

In den letzten Jahren haben Wissenschaftler damit begonnen, praktischere und einfachere Geräte zu entwickeln, um diese Bewegungen zu unterstützen. Unter den Entwicklern humanoider Roboter steigt das Interesse daran, vorhandene Hilfsmechanismen durch eine Verbesserung ihrer Energieeffizienz weiterzuentwickeln.

James Andrew Smith von der Lassonde School of Engineering an der Universität York und sein Forscherteam, haben weitergehende Untersuchungen zum autonomen Batteriebetrieb humanoider Roboter und Hilfsgeräte mit MapleSim, dem Werkzeug zur Modellierung und Simulation auf Systemebene von Maplesoft, durchgeführt. Smiths Gruppe machte sich daran, zu bestimmen, an welchem Punkt beim Übergang zwischen Sitzen und Stehen in einer Orthese oder Prothese Energie zurückgewonnen werden kann, ganz wie bei einem Hybridfahrzeug beim Bremsen Energie zurückgewonnen wird, indem sie dem Motor entnommen und später dem Fahrzeug wieder zugeführt wird.

Die Bestimmung, über welches der drei Gelenke – Fußgelenk, Knie oder Hüfte – beim Setzen und Aufstehen die meiste Energie zurückgewonnen werden kann, ist eine praktische und wichtige Überlegung bei der Entwicklung von Geräten für die Rehabilitation. Die Erkenntnisse daraus könnten effizientere Bewegungshilfen für Menschen ermöglichen, die an Erkrankungen oder Behinderungen im Zusammenhang mit den Muskeln um diese Gelenke leiden.

Um erfolgreich zu bestimmen, an welchem Punkt die regenerative Leistung am höchsten ist, nutzte Smiths Gruppe biomechanische Daten aus Versuchen mit menschlichen Probanden an einem in MapleSim erstellten Robotermodell. Das Robotermodell bildet die menschlichen Bewegungen beim Übergang zwischen der sitzenden und der stehenden Position nach. Um die Rückgewinnung speziell am Fußgelenk, am Knie und an der Hüfte zu untersuchen, wurden MapleSim-Modelle eines elektromechanischen Subsystem-Aktuators, eines DC/DC-Wandlers und einer Batterie an den einzelnen Gelenken angeordnet.

Um ein optimales Rehabilitationsgerät zu bauen, das für den täglichen Gebrauch geeignet ist, müsste das System mit seiner eigenen Energieversorgung arbeiten. Smiths Forschergruppe verwendete einen regenerativen Bremskreis mit einem Aktuator, einer Batterie und einer H-Brücke, um den Energieverbrauch und die Rückgewinnung während der verschiedenen Bewegungsphasen beim Setzen und Aufstehen zu analysieren. Diese Schaltung nutzt die Leistung aus der Spannung der Gegen-EMK des Aktuators, um die Batterie zu laden. Normalerweise liefert die Batterie Leistung an den Elektromotor, aber beim regenerativen Bremskreis arbeitet der Motor als Generator, wodurch Energie in die Batterie zurückfließen kann.

„Unser Team musste in der Lage sein, die komplexen chemischen Reaktionen der Batterie zu modellieren. Diese Möglichkeit war in vielen Softwareprogrammen für technische Entwicklungen bisher kaum vorhanden“, so Smith. Das Batteriemodell in MapleSim berücksichtigt die elektrochemischen Prozesse und das thermodynamische Verhalten der NiMH-Batterie und setzte die zugehörigen Gleichungen in eine Anordnung miteinander verbundener elektrischer Komponenten um. Smith bemerkte hierzu: „Die Nutzung der Batterie-Modell-Bibliothek in MapleSim hat unserem Team sehr viel Zeit und Mühe gespart, da wir das Batteriemodell nicht von Grund auf selbst erzeugen mussten, sondern mit einem bereits sehr fortschrittlichen Modell arbeiten konnten, das sich einfach an unser Projekt anpassen ließ.“ Smiths Team nutzte außerdem den H-Brücken-DC/DC-Wandler, ein Modell, das auf der Maplesoft-Website verfügbar ist, um den elektrischen Leistungstransfer zwischen NiMH-Batterie und Aktuator nachzubilden.

Smiths Forschergruppe entwickelte zwei Simulationsmodelle in MapleSim. Zuerst wurde ein einfaches Modell erstellt, bei dem der Fuß fest mit dem Boden verbunden ist. Mit seiner Hilfe konnten die Forscher eine effiziente und einfache modellbasierte Bewegungssteuerung erstellen. Diese Steuerung wurde anschließend auf ein komplexeres und realistischeres Human-Modell mit Füßen übertragen, die vom Boden abgehoben werden können. Die Daten aus Versuchen mit menschlichen Probanden lieferten die Bewegungspfade für die Simulationen mit einem Multidomain-Modell in MapleSim. Die gesamte Konstruktion wurde auf einen Maßstab von 1:10 beschränkt, um das Modell in einem kleinen Roboter mit einem Dynamixel RX-28 Aktuator zu implementieren. „In der Multidomain-Umgebung von MapleSim konnten wir die erforderlichen Bewegungen präzise simulieren, um die Batterieladungszeit korrekt zu analysieren“, erklärte Smith.

Um den Punkt zu ermitteln, an dem die meiste Energie zurückgewonnen wird, setzten die Wissenschaftler den Dynamixel RX-28 Aktuator am maßstäblich verkleinerten Humanoid-Roboter während der biomechanisch korrekten Bewegungen ein. Bei jedem Übergang zwischen Sitzen und Stehen wurde der Ladezustand über die Zeit für Hüfte, Knie und Fußgelenk als Indikator für die Batteriekapazität in jedem einzelnen Stadium grafisch dargestellt.

Die Simulationen der Bewegungen beim Setzen und Aufstehen begannen an dem Punkt, wo das Modell auf einem virtuellen Stuhl saß. Als sich der simulierte Roboter vom Stuhl erhob, nahm die Ladung mit der Zeit ab, während Energie aus der Batterie entnommen wurde. Sobald sich der Rumpf über dem Fuß befand, begann die Hüfte zu bremsen und es wurde Energie zurückgewonnen. Dieser Zustand trat auch beim Setzen auf, wenn der Körper seinen Schwerpunkt oberhalb des Fußes hielt. Im Vergleich zur Hüfte war die Energierückgewinnung an den Subsystemen Fußgelenk und Knie sehr gering. Smiths Gruppe zeigte auch, dass die Rückgewinnung beim Setzen stärker ist als beim Aufstehen.

Die Erkenntnisse von Smiths Gruppe sind wertvoll für die Entwicklung von Prothesen und Orthesen. Die Ermittlung des effizientesten Einsatzes der Batterie bedeutet, dass die Betriebszeit dieser Geräte mit einer Batterieladung verlängert werden kann, und dass kleinere und leichtere Batterien eingesetzt werden können, um die Geräte weniger sperrig zu machen. Und schließlich ist bei einem effizienteren Gerät die Belastung der Gelenke des Benutzers beim Aufstehen und Setzen geringer. Dies ist bei Menschen mit Gelenkerkrankungen ein wichtiger Aspekt.

Über Maplesoft

Maplesoft™, eine Tochtergesellschaft der Cybernet Systems Co., Ltd. in Japan, ist ein führender Lieferant von Hochleistungs-Softwarewerkzeugen für Technik, Wissenschaft und Mathematik. Hinter den Produkten steht die Philosophie, dass Menschen mit großartigen Werkzeugen großartige Dinge schaffen können.

Zu den Kerntechnologien von Maplesoft gehören die weltweit fortschrittlichste Engine für symbolische Berechnungen und revolutionäre Techniken zur Erstellung physikalischer Modelle. Kombiniert ermöglichen diese Technologien die Schaffung modernster Werkzeuge für die Konstruktion, die Modellierung und die Simulation mit höchster Leistung.

Die Produkte von Maplesoft helfen dabei, Fehler zu vermeiden, Entwicklungszeiten zu verkürzen, Kosten zu sparen und bessere Ergebnisse zu erreichen. Das Maplesoft Produktsortiment umfasst Maple™, die Umgebung für technische Berechnungen und Dokumentation, und MapleSim™, ein Multi-Domain-Werkzeug mit höchster Leistung zur Modellierung und Simulation physikalischer Systeme.

*Ingenieure, Wissenschaftler und Mathematiker setzen die Produkte von Maplesoft ein, um besser, schneller und kreativer zu arbeiten. Zu den Kunden von Maplesoft gehören Unternehmen wie Ford, BMW, Bosch, Boeing, NASA, die Canadian Space Agency, Canon, Motorola, Microsoft Research, Bloomberg und DreamWorks in den Branchen Automobilbau, Luft- und Raumfahrt, Elektronik, Rüstungstechnik, Energie, Finanzdienstleistungen, Consumer-Produkte und Unterhaltung. Zusammen mit Toyota hat Maplesoft das Plant Modeling Consortium gegründet, um die Entwicklung neuer Konstruktionstechniken für den Automobilbau und verwandte Bereiche zu fördern.
Mehr erfahren Sie unter www.maplesoft.com.*

Über Cybernet Systems Co., Ltd.

CYBERNET SYSTEMS in Japan bietet weltweit führende Lösungen und Dienstleistungen in den Bereichen CAE und IT an. Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.cybernet.co.jp/english/>.

Maplesoft

615 Kumpf Drive
Waterloo, Ontario
Canada N2V 1K8
Tina GEORGES
Tel.: +1 519 747 2373 (ext 352)
tgeorge@maplesoft.com