

Validatie van een hoofd-nek model in hoge zijwaartse impact

Pieter Sibma, Juli 2007, BW224

Samenvatting

Nekletsels zijn een van de gevaarlijkste, meest ingrijpende en tevens ook een van de meest voorkomende letsels in verkeersongelukken. Vanwege deze redenen is er veel onderzoek naar gedaan, maar er is nog veel over onbekend. Het onderwerp laat zich niet goed bestuderen, er kunnen onder experimentele omstandigheden geen letsels veroorzaakt worden en daarnaast leent de nek zich niet voor instrumentatie.

TNO Automotive heeft een wiskundig model van het hoofd en de nek van een mens ontwikkeld, om onderzoek te doen aan een veel voorkomende vorm van nekletsel; whiplash. Na ontwikkeling volgde validatie, het mens model moet de dynamische responsie van een mens in impact goed weergeven. Daarvoor is experimenteel verkregen vrijwilligers data gebruikt. Na validatie is het model gebruikt voor het bestuderen en verbeteren van veiligheidsmaatregelen in autos.

Nu wil TNO het model gaan gebruiken om de veiligheid van vliegtuigstoelen te verhogen. Echter de impact in deze vliegtuigstoelen is anders dan die in een autostoel, de impact is zijwaarts en heviger. Voor deze impacts moet het model opnieuw gevalideerd worden.

Dit verslag behelst de validatie van dit model voor deze hevige zijwaartse impacts. In dit geval is er echter geen experimentele informatie over de responsie van een mens. Daarom zijn experimenten verricht met menselijke cadavers (PMHS). Omdat het model nu deze PMHS simuleert, is de spiermodellering aangepast. Voor eerdere PMHS simulaties was dat ook gedaan, maar de gebruikte spierfuncties blijken ontoepasbaar voor simulaties van hevige zijwaartse impact. Daarom is een nieuwe spierfunctie ontwikkeld, die gebaseerd is op experimenteel onderzoek naar een nekspier van een PMHS.

In de experimenten zijn de bewegingen van bewegingen van de bovenste borstwervel (T1) en het zwaartepunt van het hoofd vastgelegd om weer te geven wat de nekresponsie is. In simulatie wordt de T1 beweging overgenomen van het experiment en de hoofdbeweging wordt vergeleken met het experiment, om te concluderen of het model de nekresponsie goed weergeeft. Een goed model geeft alleen goede resultaten wanneer de invoer ook goed is. Daarom is de experimentele opzet bestudeerd en hieruit zijn fouten in de experimentele data naar boven gekomen. Verder heeft bestudering geleid tot de juiste beginpositie van het model en de aanduiding van het tijdsbestek waarin simulatie geldig is.

Dit leidde tot een simulatie die goed overeen komt met de experimenten, de nekresponsie van het model is globaal gevalideerd. Vervolgens zijn de lokale responsies van alle spieren, ligamenten, tussenwervelschijven en nekwerfels bestudeerd. Het resultaat is deze alle gedrag vertonen dat overeen komt met de verwachting, wat een kwalitatieve lokale validatie van het model opleverde.

Dit betekent dat het model gebruikt kan worden om onderzoek te doen naar veiligheidsmaatregelen in de vliegtuigstoelen en dat het model ook een indicatie kan geven van eventuele verwondingen.

Het verslag eindigt met een onderzoek naar de effecten van spieractivatie in de dynamische responsie van een mens in zijwaartse impact.

