

3D-Inertial-Messsysteme für Karosserie-Bewegungsanalysen in Krafffahrzeug-Crashtests

Kurzfassung

Simulationswerkzeuge werden bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge immer wichtiger. Heutige Verfahren und Simulationsmodelle, die zur Verbesserung der passiven Crashsicherheit eingesetzt werden, erfordern aufgrund der derzeitigen Simulationsqualität jedoch noch immer eine Vielzahl an kosten- und zeitintensiven Crashtests. Die Weiterentwicklung der Simulationswerkzeuge erfordert die Beobachtbarkeit hochdynamischer Bewegungen von beliebigen und auch verdeckten Objekten in Crashtests.

Die in Crashtests eingesetzte Photogrammetrie allein ist inhärent nicht in der Lage, diese Aufgabe zu erfüllen. Nur Bewegungen geringer Dynamik von sichtbaren Objekten können verfolgt werden. Folglich wird eine neue Sensortechnologie benötigt, welche die Beobachtbarkeit hochdynamischer Bewegungen ohne äußere Referenz während der Beobachtungsdauer ermöglicht.

Im Rahmen dieser Arbeit ist daher ein vollständiges Inertialmesssystem, das aus Sensorensystemen mit Inertialsensoren für Beschleunigungen und Drehraten, einem Datenrekorder mit Firmware und aus Software zur Steuerung der Messungen und Auswertung der Daten besteht, entwickelt worden. Das neuartige Inertialmesssystem konnte in Crashversuchen, die in Kooperation mit einem Automobilhersteller durchgeführt wurden, seine Leistungsfähigkeit demonstrieren und übererfüllt die gestellten Erwartungen.

Die Sensorsysteme messen Beschleunigungen von bis zu 20000 m/s^2 und Drehraten von bis zu $2400^\circ/\text{s}$. Dabei werden die Sensoren mit einer Frequenz von bis zu 50 kHz abgetastet. Dadurch besitzen sie die Leistungsfähigkeit, die in Crashtests an beliebigen Stellen, wie den Schwellern der Karosserie, auftretenden hohen Beschleunigungen und Drehraten im für Bewegungen relevanten Frequenzbereich zu erfassen. Das Volumen eines Sensorsystems beträgt 68 cm^3 und das Gewicht 111 g . Damit sind sie hinreichend kompakt, um nicht nur an verdeckten, sondern auch beengten Stellen montiert werden zu können.

Der Datenrekorder kann bis zu vier Sensorsysteme elektrisch versorgen und deren Daten während eines Crashtests vom Stillstand vor dem Anschleppen des Fahrzeugs bis zum Stillstand nach dem Aufprall auf die Barriere aufzeichnen. Das Inertialmesssystem ist elektrisch vollständig autark und eine Messung kann über Funk oder ein galvanisch getrenntes elektrisches Signal gestartet werden.

Neben dem Inertialmesssystem wurden auch die dazugehörigen Kalibriervorrichtungen und -verfahren entwickelt. Dazu zählt insbesondere auch eine Zentrifuge, die Beschleunigungen von annähernd 3200 m/s^2 erreicht.

Das Inertialmesssystem ergänzt die Photogrammetrie, indem es präzise Informationen über hochdynamische Bewegungen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Drehraten liefert. Diese Informationen vergrößern den Erkenntnisgewinn aus Crashtests und ermöglichen auf diese Weise eine Weiterentwicklung der Simulationswerkzeuge und letztendlich eine weitere Verbesserung der Crashsicherheit von Fahrzeugen bei verkürzten Entwicklungszeiten. Der zusätzliche Aufwand bei der Durchführung von Crashtests ist nur gering.