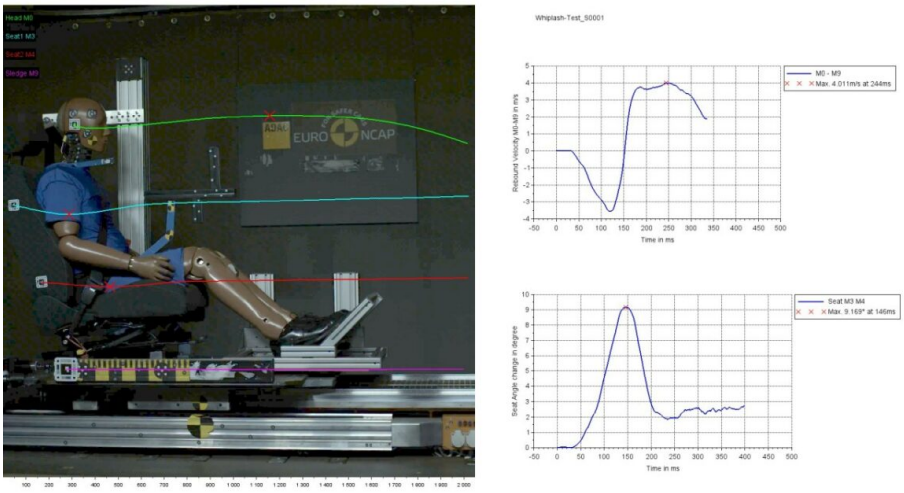
2D- und 3D-Bewegungsanalyse mit einer Kamera kalibrieren

Artikel vom **30. Juli 2026**
Software zur Qualitätssicherung

Limess Messtechnik und Software GmbH beschreibt eine kamerabasierte Lösung für kalibrierte 2D- und 3D-Bewegungsanalysen. Mit 6D-Markern und »LIMtrack6D« lassen sich Koordinaten, Winkel und Relativbewegungen mit nur einer Kamera auswerten, etwa bei Whiplash-Tests, Crash-Tests und Schlittenversuchen.



Messergebnis eines Whiplash-Tests zur Qualifikation von Sitzen nach Euro NCAP (Bild: Limess).

Die berührungslose Bewegungsmessung mit Kameras ist in Industrie und Wissenschaft etabliert. Hochgeschwindigkeitskameras kommen unter anderem bei Crash-Tests und dynamischen Komponentenprüfungen zum Einsatz, hochauflösende Kameras bei quasistatischen Anwendungen wie der Deformationsmessung. Gegenüber taktilen Sensoren, etwa Seilzugsensoren, bietet die kamerabasierte Messung Vorteile bei Aufbau und Auswertung. Ein typisches Beispiel ist der Whiplash-Test zur Sicherheitsqualifikation von Sitzen nach Euro NCAP. Dabei werden unter anderem die Relativgeschwindigkeit zwischen Dummykopf und Schlitten sowie der Verstellwinkel der

Sitzlehne bestimmt. Die klassische 2D-Bewegungsanalyse wertet Marker oder Muster in einer Bildsequenz aus und berechnet daraus Koordinaten, Geschwindigkeiten, Abstände oder Winkelbeziehungen. Sie funktioniert jedoch nur in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse der Kamera. Bewegungen in Kamerarichtung oder eine schräge Perspektive auf die Bewegungsebene können zu Messfehlern führen.

Funktionsprinzip der 6D-Marker

6D-Marker liefern mit nur einer Kamera 3D-Koordinaten sowie drei Orientierungswinkel. Möglich wird das durch vier Referenzpunkte in den Ecken des Markers. Da die Marker werkskalibriert sind, werden 3D-Koordinaten direkt in Millimetern erfasst; eine separate Maßstabskalibrierung entfällt auch bei der 2D-Bewegungsanalyse. Die Referenzpunkte liefern zusammen mit Moiré-Feldern die Orientierung des Markers zur Kamera, also Roll-, Pitch- und Yaw-Winkel. Eine 32-kodierte Binärmarkierung vergibt jedem Marker eine eindeutige ID und unterstützt die automatische Markerdetektion und -zuordnung im Post-Processing. Objektivbedingte Bildverzerrungen werden über eine Kamerakalibrierung mit etwa zehn Bildern einer Kalibrierplatte berechnet. So bleibt die Messgenauigkeit unabhängig vom eingesetzten Objektiv nachvollziehbar.

Einsatz bei Tests und Deformationsmessungen

Bei Whiplash-Tests kann die 2D-Bewegungsanalyse mit 6D-Markern den Versuchsaufbau vereinfachen, die Robustheit verbessern und einen normgerechten Ablauf unterstützen. Zusätzlich lassen sich 3D-Bewegungen aus Videos von Onboard-Kameras bei Crash-Tests oder Schlittenversuchen auswerten. Diese Kameras sind häufig Beschleunigungen ausgesetzt, die Bewegungen und Vibrationen relativ zum Fahrzeug oder Schlitten verursachen. Am Fahrzeug montierte Marker ermöglichen es, diese Relativbewegung zu bestimmen und in die Bewegungsanalyse einzubeziehen. Dadurch kann eine im Fahrzeug montierte Hochgeschwindigkeitskamera die 3D-Bewegung von Dummys relativ zu Fahrzeugstrukturen erfassen. So lässt sich beispielsweise bestimmen, wie der Dummykopf in den Airbag eintaucht. Weil die Marker direkt 3D-Koordinaten liefern, können Kameras zudem freier positioniert werden. Der Sitzwinkel lässt sich etwa aus einer Position hinter dem Sitz oder mit schrägem Blick auf die Sitzlehne bestimmen. Auch Bewegungen der Sitzlehne zur Kamera hin oder schräg durch das Bildfeld können über die 3D-Markerkoordinaten-Transformation ausgewertet werden. Die Methode eignet sich außerdem für statische Deformationsmessungen an mechanischen Strukturen, Simulationen von Überrolltests und dynamische Droptests. Die Bildauswertesoftware »LIMtrack6D« dient dabei der 2D- und 3D-Bewegungsanalyse mit 6D-Markern und soll Versuchsvorbereitung, automatische Auswertung und Wiederholbarkeit unterstützen.

Hersteller aus dieser Kategorie

© 2025 Kuhn Fachverlag