

Bildererkennung im Kanuslalom

Florian Walter & Martin Lames (Projektleiter)

Universität Augsburg, Institut für Sportwissenschaft

Einleitung

In vielen Sportarten sind die wichtigsten Merkmale für die Leistungsdiagnostik kinematischer Natur. Informationen über Weg, Geschwindigkeit, Winkel, etc. sind die Grundlage für die Analyse von Leistungen und für die Formulierung von Empfehlungen zur Leistungsverbesserung. Eine automatisierte Bildererkennung und Positionsbestimmung könnte diese wichtigen Daten schnell, präzise und in großer Quantität zur Verfügung stellen. Dass dies bisher nicht gewährleistet werden kann, ist letztlich der mangelnden technischen Machbarkeit geschuldet. Insbesondere die zuverlässige automatische Extraktion, die sogenannte Segmentierung eines Objektes (z. B. eines Athleten o. ä.) aus dem Bildhintergrund heraus, bereitete Bildererkennungssystemen bisher größte Probleme. Wasser als Hintergrund gilt, da es ständig Farbe und Form ändert, wohl als die größte Herausforderung für eine solche Segmentierung.

Ziel dieser Machbarkeitsstudie war es zunächst, zu belegen, dass man grundsätzlich in der Lage ist, mit der hier angewandten Methode der Bildererkennung Positionsdaten selbst unter den schwierigen Bedingungen, welche der Sportart Kanuslalom eigen sind, zu erfassen. Darüber hinaus sollte gezeigt werden, dass die Genauigkeit der erhobenen Daten bereits zum gegenwärtigen Entwicklungsstadium mit der des gegenwärtigen Standard-Verfahrens (3D-DLT) vergleichbar ist.

Methode

Die Befahrung eines Aufwärts- sowie eines Abwärtstors in Flach- und Wildwasser durch ein K1- und ein C2-Boot wurde für beide Methoden der Positionsbestimmung mit drei handelsüblichen Mini-DV Kameras (50 Hz Halbbilder) aus verschiedenen Blickwinkeln aufgezeichnet. Die Aufnahmen wurden durch ein Lichtsignal synchronisiert. Im Anschluss an die Aufzeichnungen wurden die exakten Entfernungen der Kameras zueinander sowie die Position der Kameras relativ zu allen Torstangen des Streckenabschnittes mit Hilfe von LAVEG Laser-Distanzmessung ermittelt. Von dem befahrenen Streckenabschnitt wurde mit Hilfe der genormten Torstangensegmente ein Koordinatensystem mit den Dimensionen X (Tiefe: 7 m), Y (Länge: 13 m) und Z (Höhe: 2,5 m) errechnet (Abb. 1).

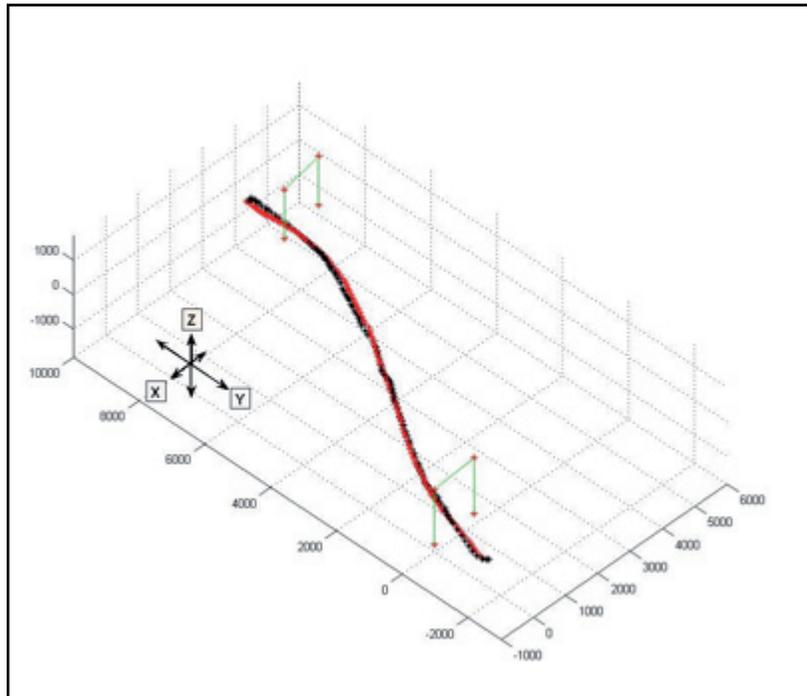


Abb. 1: Koordinatensystem eines Strecken-Abschnitts und Trajektorie eines Kanus (Daten: Bildererkennung)

3D-DLT

Für die 3D-DLT wurden an den Booten je drei Marker fixiert. Die Markerpositionen wurden mittels SIMI Motion Auswertungssoftware halbautomatisch getrackt. Nach der Bestimmung der Markerpunkte in allen zweidimensionalen Kameraansichten wurden mit der direkten linearen Transformation die dreidimensionalen Koordinaten berechnet.

Bildererkennung

Da Wasser als Hintergrund, wie bereits erwähnt, höchste Anforderungen an eine automatisierte Bildererkennung stellt und zur Zeit der Untersuchung kein geeigneter Algorithmus zu diesem Zwecke zur Verfügung stand, wurde für diese Studie ein neues *Tracking-System*, das in der Lage sein sollte, Objekte (*Targets*) vor einem Wasser-Hintergrund zu identifizieren, entwickelt und getestet. Das WSM TTS (*Water Surface Moving Target Tracking System*) ist ein Komplex aus mehreren automatischen Extraktionsalgorithmen, in welche die statistischen Eigenschaften von Wasser implementiert wurden, um zuverlässig Targets vor dem sich ständig in Form und Farbe veränderndem Hintergrund „Wasser“ zu segmentieren (Abb. 2).



Abb. 2: Originalbild und segmentiertes Target

In das extrahierte Target wurde, um die genaue Lage und Position des Athleten zu bestimmen, ein dreidimensionales Modell eines Kanuten mit seinem Boot gefittet, dessen Schwerpunkt im Folgenden als Grundlage für die Positionsbestimmung diente (Abb. 3).

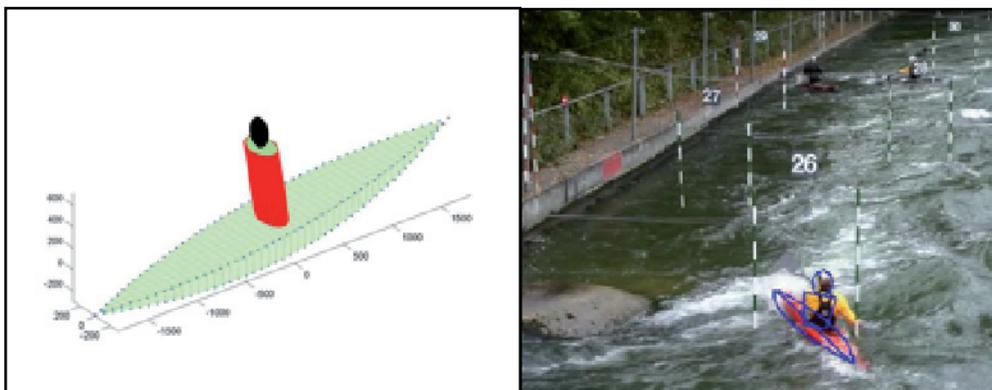


Abb. 3: 3D-Modell, theoretisch und auf das Target "gefittet"

Ergebnisse

Aufgrund teilweiser oder vollständiger Verdeckung eines oder mehrerer Marker – einer prinzipiellen Schwäche des 3D-DLT Systems für derartige Anwendungen – konnten mit der 3D-DLT Methode für Wildwasserbedingungen keine Messergebnisse erzielt werden. Der Vergleich der Messgenauigkeit der beiden Systeme muss sich daher auf die unter Idealbedingungen im Flachwasser gewonnenen Daten beschränken. Das Bildererkennungssystem arbeitete, trotz der erwähnten hohen Anforderungen, die das Medium Wasser bedingt, stets stabil und überaus akkurat. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit, mit der das Kanu (*Target*), selbst bei fast vollständiger Bedeckung des Bootes durch Wasser, aus den Bilddaten extrahiert werden konnte, übertraf alle Erwartungen. Der Vergleich der Messergebnisse zeigt für die Flachwasserdurchgänge eine durchschnittliche Abweichung der Ergebnisse der beiden Messmethoden von 7 cm in X-Richtung, 11 cm in Y-Richtung und 5,5 cm in Z-Richtung.

Diskussion

Die Gegenüberstellung der Messungen in den drei Dimensionen zeigt, dass sehr gut übereinstimmende Werte erzielt werden, wenn für beide Methoden die notwendigen Voraussetzungen geschaffen werden können. Wie bereits mehrfach erwähnt ist dies im Kanuslalom vor allem ein Problem für 3D-DLT, da hier die sehr häufige Markerüberdeckung die Sichtbarkeit der Marker stark beeinträchtigt – bis hin zur Unbrauchbarkeit der Methode bei realen Wildwasser-Bedingungen. Darüber hinaus darf nicht vergessen werden, dass das Anbringen von Markern an den Booten keine Maßnahme ist, die auch in Wettkämpfen zur Verfügung steht. Was die Bildererkennung angeht, so machte die Machbarkeitsstudie klar, dass hier ohne Einschränkungen das Potenzial existiert, um Positionsdatenerfassung im Wildwasser zu ermöglichen. Dabei ist das Potenzial der Methode einzigartig, sowohl was die grundsätzliche Arbeitsweise angeht als auch bezüglich der Rückwirkungsfreiheit. Da die Bildererkennung Informationen über das Objekt, insbesondere seine dreidimensionalen Abmessungen, benutzt und nach diesen in der Pixelmatrix sucht, gelingt es auch bei unvollständiger Sichtbarkeit regelmäßig, die Lage des gesamten Objekts in das Bild einzupassen und so die Position zu bestimmen. Diese Eigenschaft macht das Verfahren im Kanuslalom konkurrenzlos. Dass die rückwirkungsfreie Arbeit mit Videoaufnahmen ebenfalls eine wesentliche Voraussetzung darstellt, um beispielsweise ohne Regeländerungen auch Wettkampfanalysen vornehmen zu können, stellt ebenfalls einen unschätzbaren Vorzug dieser Methode dar.

Literatur

Walter, F. & Lames, M. (2006). *BISp Machbarkeitsstudie Bildererkennung im Kanuslalom*. Unveröffentlicht.