

Non-invasives Wachstums-Monitoring von Steinbutten bei hoher Populationsdichte in der Aquakultur mittels eines Stereokamerasystems

Dipl.-Informatiker Christian Bauer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Hartung

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Prototypen zur non-invasiven Vermessung von Steinbutten in Aquakulturanlagen mittels eines Stereokamerasystems unter realen Arbeitsbedingungen. Die zwei Themenschwerpunkte sind die Entwicklung eines Hardwaresystems zur Aufnahme von Bildmaterial unter den gegebenen Umständen sowie die Entwicklung eines Algorithmus zur automatischen Erkennung von Steinbutten im Bildmaterial und deren Vermessung basierend auf Stereometrie. Die bei der Entwicklung von Hardwaresystem und Algorithmus durchgeführten Arbeitsschritte und Untersuchungen werden in dieser Arbeit vorgestellt und deren Ergebnisse präsentiert.

Für die Entwicklung des Hardwaresystems wurde zuerst eine Anforderungsanalyse erstellt, basierend auf den Bedingungen, die ein derartiges Arbeitsumfeld an ein solches System stellt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde anschließend ermittelt, ob die Verwendung von farbigem Licht und einer bestimmten Farbe des Beckenuntergrundes die softwareseitige Objekterkennung unterstützen kann. Dies wurde anhand der Parameter Belichtungszeit, relativer Kontrast zwischen Untergrund und einem Steinbutt, empirischer Variationskoeffizient der Grauwerte innerhalb eines Steinbutes, sowie Gradientenstärke im Übergangsbereich zwischen 2 Steinbutten unter Verwendung von 5 unterschiedlichen Lichtfarben, 4 unterschiedlichen Beckenfarben sowie 2 unterschiedlich heller Steinbuttmusterungen untersucht. Bei der Hervorhebung von Strukturen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Farbkombinationen festgestellt. Weißes Licht zeigte im Vergleich zu den anderen Lichtfarben eindeutig kürzere Belichtungszeiten, und wurde aus diesem Grund für die weitere Verwendung in dieser Arbeit gewählt.

Um eine möglichst homogene Ausleuchtung des beobachteten Bereichs zu erreichen, wurden mehrere Grundeinstellungen für die Abstrahlwinkel des Beleuchtungssystems überprüft und ausgewertet. Die Ausrichtung der Leuchtkörper um 20° nach außen gedreht erwies sich als die beste Grundeinstellung der überprüften Varianten.

Die Prüfung der Genauigkeit der Kalibrierung des Stereokamerasystems wurde anhand von Testmessungen durchgeführt. Dabei zeigte sich eine Messungenauigkeit von circa 1,7 % im mittleren Bildbereich und von circa 2 % im Randbereich.

Der entwickelte und vorgestellte Algorithmus stellt sich der Aufgabe, einzelne Steinbutte in Bildmaterial zu erkennen, dessen Vorder- als auch Hintergrund vollständig aus Steinbutten besteht und die Aufnahme nicht unter optimalen Bedingungen erfolgen kann. Das Verfahren basiert auf der Erkennung von repräsentativen Konturfragmenten und deren Zuordnung anhand geometrischer Zusammenhänge, die zuvor automatisiert erlernt wurden.

Der Threshold zur Unterscheidung zwischen repräsentativen und nicht repräsentativer Konturen wird bestimmt, basierend auf den Ergebnissen von mehreren Trainings mit unterschiedlichen Sets an Trainingsdaten. Dabei konnte eindeutig ein Wertebereich identifiziert werden, in dem ein Übergang von repräsentativen zu nicht repräsentativen Konturen stattfindet.

Für mehrere unterschiedliche Sets repräsentativer Konturen wurden anhand zweier Sets von Validierungsbildern das Konturen-Matching durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten bei allen Varianten sehr geringe Raten an korrekt gematchten und skalierten repräsentativen Konturen, weswegen eine Fortführung des Verfahrens nicht erfolgen konnte.

Das Hardwaresystem erwies sich als robust in der Anwendung und von der Konstruktion als flexibel genug, um in verschiedenen Bereichen der Aquakultur als Monitoring-System eingesetzt zu werden.

Der entwickelte Algorithmus zur Erkennung von Steinbutten war nicht in der Lage, Steinbutte zuverlässig unter realen Arbeitsbedingungen zu erkennen. In der Diskussion und dem Ausblick werden Gründe hierfür genannt und Möglichkeiten zur Behebung der vorliegenden Probleme diskutiert.