

## Automoculus

Für den Film wurde innerhalb seiner 100-jährigen Geschichte eine ausgefeilte Technik der Kamerainszenierung entwickelt, die die Erzählung verdichtet, stilistisch prägt und die Aufmerksamkeit des Zuschauers im Sinne der Dramaturgie lenkt. Dem Computerspiel bleiben diese Techniken bisher aufgrund der Interaktivität des Spielgeschehens verwehrt, obwohl die Berechnung der Bilder zu allen aus dem Film bekannten Perspektiven technisch längst möglich ist.

AUTOMOCULUS versucht, die Gesetzmäßigkeiten der filmischen Kamerainszenierung mit maschinellen Lernverfahren zu lernen und auf die interaktive Handlung eines Spiels zu übertragen. Dafür wurden über 40 Filmszenen in einer eigens entwickelten formalen Sprache als sogenannte *Beat-Skripte* dokumentiert. Aus den 40 Beat-Skripten konnten Trainingsdaten für maschinelle Lernverfahren generiert werden, indem für jeden Handlungsschritt (*Beat*) ein hochdimensionaler Vektor aus Features berechnet wurde. Mit diesen Trainingsdaten wurden mehrere Lernverfahren trainiert, sodass AUTOMOCULUS in der Lage ist, aus während der Laufzeit erzeugten Handlungselementen Kameraeinstellungen zu bestimmen. Die passende Kameraposition wird anschließend berechnet, indem Kriterien wie Sichtbarkeit von interessanten Bildelementen (gewichtet durch den Handlungsverlauf) und Grundregeln der Kameraführung (Vermeidung von Achsensprüngen, etc.) für die aktuelle Position in der Handlung und entsprechend der Gegebenheiten des dreidimensionalen Raums automatisch optimiert werden.

Durch die maschinelle Analyse der Trainingsdaten konnten einige filmwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden. So ist in den Daten durchaus ein einheitlicher Stil der Kameraführung bei einzelnen Regisseuren nachzuweisen. Auch ist eine Entwicklung über die Filmgeschichte von weiteren zu näheren Einstellungen sowie eine Beschleunigung der Schnittfrequenz erkennbar. Die durch AUTOMOCULUS gewonnenen filmwissenschaftlichen Erkenntnisse bestätigen längst publizierte Zusammenhänge, was im Umkehrschluss auf die Wirksamkeit des gewählten Ansatzes schließen lässt. Ein generelles Problem waren die großen stilistischen Unterschiede in den Daten, sodass keines der getesteten Lernverfahren auf deutlich über 70% Erkennungsrate auf den Daten kam. Das beste Ergebnis wurde mit einer Support-Vektor-Maschine erzielt, die auf allen Daten trainiert wurde. Ein besseres Ergebnis durch deutlich mehr Trainingsdaten ist möglich, ohne dass eine Verbesserung um Größenordnungen abse-

hbar wäre. Bei den falsch erkannten Ergebnissen war jedoch der größte Teil nicht weiter als eine Einstellungsgröße vom Original entfernt, was das scheinbar schlechte Klassifizierungsergebnis deutlich relativiert. Dennoch wurde bei der Berechnung der genauen Perspektive darauf geachtet, dass eine nicht optimal klassifizierte Einstellungsgröße nicht dazu führt, dass ein Spieler der Handlung nicht mehr folgen kann.

Das Vorgehen von AUTOMOCULUS ermöglicht eine vollautomatische Positionierung der Kamera abhängig von Handlung (definiert als *Beat-Skript*) und der Repräsentation als Polygonmodell im virtuellen dreidimensionalen Raum. Da für die Kameraeinstellung immer nur vergangene und aktuelle *Beats* mit einbezogen werden, ist AUTOMOCULUS in der Lage, für Situationen wie in Spielen, in denen die Entscheidungen des Spielers den weiteren Handlungsverlauf noch beeinflussen können, die Kamera filmisch zu inszenieren. Die Funktionsfähigkeit des Verfahrens wurde anhand mehrerer reproduzierbarer Beispielvideos belegt, die aufgrund der freien Verfügbarkeit der Software und aller Daten jederzeit reproduziert werden können.

Technisch benutzt Automoculus das freie 3D-Modeling-Programm BLENDER, um die Szenen zu definieren, JETBRAINS MPS für die Skripte in der formalen Sprache und PYTHON mit den Bibliotheken SCIPY und SKLEARN, für das Optimieren der Kamerapositionen und die Lernverfahren. Mittels der Skriptingmöglichkeiten von BLENDER arbeiten die Mechanismen von AUTOMOCULUS mit dem mächtigen 3D-Programm zusammen.

Insbesondere die automatische Optimierung der Kameraposition ist in der vorliegenden Implementierung nicht performant genug, um AUTOMOCULUS tatsächlich in einem Spiel einzusetzen. Die Berechnung der Position für ein Einzelbild dauert momentan noch ca. 1s. AUTOMOCULUS zeigt jedoch die Funktionsfähigkeit des Ansatzes und bietet ausreichend Raum für Optimierungen, um das Verfahren für reale Anwendung interessant zu machen.

AUTOMOCULUS verwendet ausschließlich Open-Source-Software und steht unter GPLv3.0 zum Download bereit. Die *Beat-Skripte*, die Dokumentation und die Diplomarbeit stehen unter CC-BY-SA-NC. Die Diplomarbeit wurde mit der Bestnote 1,0 bewertet.