

Bewegungsverfolgung

Englisch: Motion Tracking

KAMERA/BEGRIFFE

Bewegungsverfolgung ist eine Technik zur automatischen oder semi-automatischen Erfassung von Bewegungsdaten aus Video-Material, um diese für Compositing, Effekte oder Motion-Kontrolle zu nutzen.

Technische Details Motion Tracking erfasst 2D oder 3D Bewegungsinformationen aus Video-Sequenzen.

Die typischen Tracking-Typen: 2D Tracking (2D Planar Tracking): Verfolgt eine Punkt-Position (XY) oder eine Ebene (Position, Rotation, Skalierung) über die Zeit. Standard-Tools: After Effects

Tracker, Mocha Pro (Planar Tracking), Natron. Basierend auf Feature-Matching mittels Korrelation oder Optical-Flow-Algorithmen. 3D Tracking (Match-Moving): Erfasst Kamera-Position und -Rotation im 3D-Raum. Fortgeschrittene Software: SynthEyes, PFTrack, Nuke Camera Tracker, Boujou (legacy).

Benötigt 3D-Punkte im Raum und Camera-Intrinsics-Kalibrierung. Optical Flow Tracking:

Pixel-basierte Bewegungsverfolgung, die den Fluss von Pixel-Intensität über mehrere Frames ermittelt. Nutzt Gradienteneigenschaften der Bilder. Gut für dichte Bewegungsfelder, weniger gut für Objekt-Level-Tracking. Die Workflow-Schritte: Footage importieren (ProRes, DNxHD, oder

RAW-Sequenzen) Tracker-Punkte auf stabilen Features platzieren (Kontrast-Kanten) Tracking-Algorithmus anwenden (Korrelation oder ML-basiert) Keyframe-Daten exportieren (Position, Rotation, Skalierung) Daten auf CGI-Elemente oder Effekte applizieren Geschichte & Entwicklung Die

früheste Motion-Tracking-Lösung war die optische Motion-Control-Kamera (1970er), die Kamera-Bewegungen speicherte und reproduzierbar machte. Digitales Motion Tracking begann mit computergestütztem Video-Tracking in den 1990ern. Wichtige Entwicklungsschritte: 1995: Boujou v1.0 (von 2d3) bringt erstes 3D-Tracking in Echtzeit 2003: Mocha v1.0 führt mit dem

Planar-Tracking-Algorithmus einen neuen Standard im 2D-Tracking ein 2007: PFTrack (Pixel Farm) bietet robustes 3D-Tracking für Kinofilme 2010: After Effects bekommt nativen Tracker, basierend auf Feature-Matching 2015: Deep Learning-basierte Tracker verbessern die Robustheit 2020-2024: AI-gestützte Tracker (RAFT, LiteFlowNet) ermöglichen Tracking bei extremer Motion Blur und

Lichtwechsel Praxisinsatz Kamera-Stabilisierung: In „The Bourne Identity“ (2002) wurde aggressives Handheld-Footage mit Motion-Tracking stabilisiert, um CGI-Elemente korrekt zu platzieren. Ein einzelner Stunt-Shot mit Wackelbewegung brauchte 40+ Stunden 3D-Tracking. Visuelle Effekte auf bewegten Objekten: In Marvel-Filmen wird Motion Tracking verwendet, um Glow-Effekte oder Laser-Effekte an bewegten Waffen zu binden. Das „Stark-Industries“-Logo in „Iron Man 3“

(2013) wurde mit 3D-Tracking an die Drohne gebunden. Stabilisierung und VFX-Integration: In „Dune: Part Two“ (2024) war Bewegungs-Tracking erforderlich, um die massiven Sandwurm-CGI-Elemente an

Kamera-Bewegungen anzupassen. Ein einzelner 5-Sekunden-Shot mit schneller Kamera-Bewegung brauchte 15-20 Stunden 3D-Tracking zur präzisen Platzierung. Text-Overlays und Augmented Reality: Für Sportübertragungen wird Motion Tracking verwendet, um Statistik-Overlays stabil an Spielern zu binden. Das erfordert Echtzeit-Tracking mit 24 fps Verzögerung. Tracking-Algorithmen

Korrelations-basiert (älteste Methode): Vergleicht Pixel-Werte in einem Template mit aufeinanderfolgenden Frames Robust bei stabiler Beleuchtung Schnell (Echtzeit möglich) Fehleranfällig bei Beleuchtungswechseln oder schneller Bewegung Optical Flow (moderner Standard):

Berechnet Bewegungsvektoren für jeden Pixel Robust gegen Beleuchtungswechsel Präzise bei dichten Bewegungsfeldern Rechenintensiv (10-100x langsamer als Korrelation) Machine Learning (KI-basiert, seit 2020): Trainiert auf Millionen von Video-Frames Robust auch bei extremen Bedingungen (Motion Blur, Lichtwechsel) Kann durch Occlusion hinweg tracken Beispiele: RAFT, LiteFlowNet, FlowNet2 Fehlermöglichkeiten und Lösungen Problem Ursache Lösung Jittering (Flimmern) Zu wenige Tracker oder Features Mehr Tracker hinzufügen, höhere Auflösung nutzen Drift (Versatz über Zeit) Feature verschwindet oder ändert sich Zweiten Tracker später starten oder Keyframes manuell korrigieren Falschmatch Feature ist zu ähnlich an anderen Orten Feature-Spezifität erhöhen (Kontrast verstärken) Tracking-Breakdown bei Occlusion Objekt bewegt sich hinter Objekt 3D-Tracking mit Occlusion-Handling nutzen

FilmFarm - filmfarm.de/c/motion-tracking