

Motion Capture / Bewegungserfassung

Englisch: Motion Capture / MoCap

VFX/TECHNIK

Technologie zur Erfassung und digitalen Aufzeichnung von Körperbewegungen von Schauspielern oder Objekten für die Verwendung in Animationen oder VFX.

Definition Motion Capture (oder MoCap) ist die Technologie zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen in Echtzeit. Ein Schauspieler oder ein animierter Charakter trägt einen Spezialanzug mit reflektierenden Markern, die von infrarot-sensiblen Kameras verfolgt werden. Die erfassten Positionen werden in digitale Skelett-Daten konvertiert, die dann auf CGI-Charaktere angewendet werden. Motion Capture ist heute essentiell für Hollywood-Blockbuster mit digitalen Charakteren wie "Avatar", "The Jungle Book" oder die Marvel-Filme. Das Verfahren ermöglicht fotorealistische Bewegungsanimationen, die von Hand aufzunehmen unmöglich wären.

Arten von Motion Capture

- 1. Optical Marker-Based MoCap (Standard)**
Funktionsweise: Reflektierende Marker (12-16mm Durchmesser) werden am Körper angebracht. Infrarot-Kameras erfassen die 3D-Position jedes Markers. Triangulation errechnet genaue Skelett-Positionen. Echtzeit-Berechnung ermöglicht Live-Preview.
Equipment: 12-32 spezialisierte Infrarot-Kameras (OptiTrack, Vicon, Xsens)
Reflektierende Marker-Sets
Spezialanzüge mit Marker-Pockets
Echtzeit-Tracking-Software
Vorteile: Höchste Genauigkeit (sub-millimeter), Mehrere Schauspieler gleichzeitig möglich, Sehr schnelle Verarbeitung, Unbegrenzte Bewegungsfläche möglich.
Nachteile: Teuer (Stage-Miete: 8-15K€/Tag), Marker-Okklusion (Überdeckung) problematisch, Spezialanzug unbequem, Kalibrierung aufwendig.
- 2. Inertial MoCap (IMU-basiert)**
Funktionsweise: Beschleunigungsmesser (Accelerometer) auf jedem Joint.
Keine externe Kamera notwendig, Kabellose Datenübertragung, Geringere Latenz möglich.
Beispiele: Xsens MVN, OptiTrack Geno.
Vorteile: Outdoor-Captures möglich, Kein Kamera-Setup erforderlich, Schneller zu deployen, Günstiger als optische Systeme.
Nachteile: Drift und Rauschen über Zeit, Weniger präzise als optisch, Kalibrierung vor jeder Session, Teuer pro Anzug (50-70K€).
- 3. Markerless / AI-Based MoCap**
Funktionsweise: Tiefe Lern-Algorithmen erkennen Körper-Joints aus Video. Keine Marker oder spezielle Hardware notwendig. Echtzeit-Verarbeitung auf Standard-GPUs.
Zunehmend verfügbar (OpenPose, MediaPipe, RunwayML).
Vorteile: Günstig (Software kostet 100-500€/Monat), Schnell zu implementieren, Keine Spezialausrüstung.
Indoor & Outdoor.
Nachteile: Weniger Präzision ($\pm 5\text{-}10\text{cm}$ Fehler), Nur eine Person pro Take, Schwach bei schnellen Bewegungen, Datenpost-Processing notwendig.
- 4. Real-Time / Live MoCap (Streaming)**
Funktionsweise: Echtzeit-Tracking wird direkt in 3D-Engine gefeedet. Schauspieler sieht sein digitales Alter-Ego auf Live-Monitor.
Interaktive Performance möglich, Verwendung in Virtual Production (LED-Stages).
Beispiele: "The Mandalorian", "Fortnite Performance Capture".
Vorteile: Live-Feedback für Schauspieler, Director kann in Echtzeit Anpassungen machen, Reduziert Nacharbeiten.
Echtzeit-Previsualisierung.
Nachteile: Extrem teuer (100K-200K€/Tag), Technisch komplex, Spezialisierte Talente erforderlich, Begrenzte technische Fehlertoleranz.

Marker-Platzierung: Standard-Skelett. Ein Standard-MoCap-Skelett hat typischerweise 40-70 Marker:

- Am Kopf sitzen die Marker Crown (Oberkopf), Forehead (Stirn), Back_Head (Hinterkopf) und Neck (Nacken).
- Die Wirbelsäule wird durch Spine_1 (unten), Spine_2 (Mitte), Spine_3 (oben) sowie Clavicle_L/R an den Schlüsselbeinen abgebildet.
- Der linke Arm trägt Shoulder_L, Elbow_L, Wrist_L, Hand_L und Finger_L [1-5], der rechte Arm ist identisch bestückt.
- Am Becken sitzen LHIP

(linke Hüfte), RHIP (rechte Hüfte) und Pelvis_Back (Rückseite). Das linke Bein trägt Knee_L, Ankle_L, Toe_L und Heel_L, das rechte Bein ist wieder identisch bestückt. MoCap Workflow Phase 1: Pre-Production Vor der Capture-Session: Szenen-Planung und Blocking Marker-Placement-Definition Kamera-Setup und Kalibrierung Anzug-Anpassung & Größen-Auswahl Schauspieler-Briefing Phase 2: Capture (im Studio) In der Vorbereitung (30 Minuten) zieht der Schauspieler den MoCap-Anzug (30kg mit Equipment) an, die Marker werden angebracht und überprüft, und die Kameras werden mit einem T-Pose- und A-Pose-Kalibrierungszug kalibriert. Die Aufzeichnung (4-6 Stunden) umfasst das Aufnehmen der Takes, die Echtzeit-QC-Überprüfung, Retakes bei Marker-Okklusion sowie T-Poses zwischen den Takes als Referenz. In der Nachbereitung (30 Minuten) folgen Daten-Validierung, File Transfer mit Backup und die Reinigung des Equipments. Phase 3: Post-Processing (2-4 Wochen) Ausgehend von den Rohdaten der Capture folgen Marker-Gap-Filling (Interpolation bei fehlenden Frames), Jitter-Reduction und Smoothing, das Skeleton-Fitting zur Konvertierung der Marker in ein Skelett, die Scale- und T-Pose-Normalisierung, die Erstellung des Motion-Graphs und zuletzt der FBX/EXR-Export für die Animation. Technical Specifications Optical Tracking System (Industry Standard) Genauigkeit: $\pm 2\text{-}5\text{mm}$ RMS Error Latenz: 2-4 Frames (bei 24fps = 83-166ms) Capture-Framerate: 120-240fps (zum downsampling auf 24fps) Workspace: 4m x 4m bis 20m x 20m (beliebig größer mit Array) Kamera-Anzahl: 12-32 Kameras typisch Refresh-Rate: 120Hz oder 240Hz Datenformat & Größe Eine 8-Stunden-Session mit 50 Markern bei 120fps erzeugt Rohdaten von etwa 50-80 GB im proprietären Format, dazu Skelett-Daten von etwa 2-5 GB im FBX- oder BVH-Format, einen Motion-Graph von etwa 500MB bis 1GB und ein redundantes Archiv-Backup von 150-200 GB. Probleme & Lösungen in MoCap Problem 1: Marker-Okklusion Was: Marker werden von Körperteilen verdeckt, Tracking-System verliert Position Lösungen: Marker-Gap-Filling durch Software (Interpolation) Physischer Abstand zwischen Markern vergrößern Höhere Kamera-Anzahl (redundante Sichtlinien) Problem-Bereiche manuell clean-uppen Kosten für Cleanup: +30-50% der Post-Production Zeit Problem 2: Jitter & Rauschen Was: Marker "zittern" wegen Kamera-Rauschen oder Reflektionen Lösungen: Software-basierte Jitter-Reduction (Butterworth-Filter) Manuelle keyframe-Korrektur Höhere Capture-Framerate zum Downsampling Bessere Marker-Quality (reflektive Eigenschaften) Problem 3: Schulter-Pop / Gimbal Lock Was: Unnatürliche Schulter-Rotationen wegen mathematischer Singularitäten Lösungen: Quaternion-basierte Rotation (statt Euler-Angles) Solver-Constraints im Skelett-System Manuelle Hand-Animation für kritische Frames Higher-Order Interpolation Problem 4: Fingerbewegungen Was: 5 Finger pro Hand sind schwer zu tracken (große Marker-Dichte) Lösungen: Spezialisierte Hand-Tracking-Kameras (separat) Handschuhe mit Finger-Markern Semi-automatische Hand-Animation Oft manuell nachbearbeitet (80% der Shots) MoCap vs. Hand-Animation Aspekt MoCap Hand-Animation Authentizität Natürlich Stylisiert Geschwindigkeit Schnell (1 Tag Capture) Langsam (1-2 Wochen) Kosten Hoch upfront Hoch laufend Kontrolle Begrenzt Maximal Besondereffekte Schwierig Leicht Finetune Viel Cleanup Minimal Loops & Wiederholung Einfach Aufwendig Berühmte MoCap-Produktionen Avatar (2009): 60 Tage MoCap für blaue Navi The Hobbit (2012): Andy Serkis als Gollum in Echtzeit auf Set The Jungle Book (2016): Live-Action-Look durch MoCap-Tiere Avengers: Infinity War (2018): Thanos mit Real-Time-MoCap The Mandalorian (2019): Live-MoCap in LED-Volume Schauspieler-Performanz in MoCap Was funktioniert: Großflächige, klare Bewegungen Körpersprache & Haltung Emotionale Ausstrahlung durch Bewegung Interaktion mit anderen MoCap-Schauspielern Dynamische Action-Sequenzen Was schwierig ist: Subtile Mikro-Bewegungen Fingergestikulationen Blickkontakt (wurde separat gefilmt) Kleidungs-Interaktion Realistische Objektgreifer Zukunft von Motion Capture Aktuelle Trends: Real-Time AI-gestützte Marker-Occlusion-Handling Markerless

Systems werden immer besser (RunwayML, OpenPose 2.0) Live-MoCap in Streaming-Produktionen
Hybrid-Ansätze (optisch + IMU kombiniert) Cloud-basierte Post-Processing Siehe auch CGI – Digitale
Charaktere & Environments Animation – Bewegung digital erstellen VFX-Supervisor –
Qualitätskontrolle Virtual Production – Real-Time-MoCap auf Set

FilmFarm - filmfarm.de/c/motion-capture