

Videobasierte Leistungserfassung im Fußball

Kurzfassung der Dissertation

vorgelegt von Marc Schlipfing

Computergestützte Sportanalyse ist ein aktives Forschungsfeld. Der Bedarf an objektiven Leistungsdaten der Sportler, sowohl für die professionelle Analyse durch Trainer als auch für Medien und Fans, ist groß. Individuelle Spielerdaten sowie mannschaftsbezogene Größen sind wertvoll für die Bewertung und zielgerichtete Steigerung der Leistungen.

Zur Echtzeit-Erfassung der Positionsdaten aller Akteure eines Fußballspiels wurde in dieser Arbeit ein rein videobasiertes Tracking-System für den mobilen, kostengünstigen und hoch-automatisierten Einsatz im Stadion bzw. am Trainingsplatz entworfen, umgesetzt und evaluiert. Basierend auf den Ergebnissen des Erkennungssystems wurden diverse Anwendungsfälle der Analyse und Nutzung der Daten erarbeitet.

Zur vollständigen Datenerhebung ist der Einsatz von zwei Kameras und die damit verbundene Echtzeitverarbeitung eines hoch aufgelösten Videostroms nötig. Dazu wurden alle involvierten Bildoperationen auf Parallelrechenhardware (GPU) umgesetzt.

Trotz der weitestgehend automatischen Objekterkennung, treten regelmäßig Situationen auf, in denen ein Bediener zur Spieleridentifikation benötigt wird, sodass zwei weitere Aspekte besonders untersucht wurden: Zum einen ist dazu die Integration der Systembediener in die Verarbeitungskette wichtig. Unter Berücksichtigung der Beschränkungen im Stadion wurde eine geeignete Systemarchitektur mit effizienten Nutzerschnittstellen geschaffen. Das System wurde bei diversen offiziellen Fußballspielen mit zwei Bedienern erfolgreich getestet und zeigt somit einen – auch im Vergleich zu Konkurrenzsystemen – geringen Personalaufwand.

Zum anderen wird die Objektklassifikation im Detail untersucht. Sie besteht aus der Unterscheidung verschieden gekleideter Spieler, also Feldspieler und Torhüter beider Mannschaften, sowie Schiedsrichter. Aufgrund des Echtzeit-Szenarios ist die Entwicklung dieses Moduls besonders herausfordernd. Neben der Zeit für Merkmalsextraktion und Klassifikation ist im *Live*-Betrieb auch das Sammeln der Trainingsdaten und das Training selbst erst vor Ort möglich und daher zeitlich stark limitiert, was beim überwachten Lernen unüblich ist. Es werden verschiedene Bildmerkmale in Kombination mit drei Lernalgorithmen – *Nearest Neighbor* (NN), *lineare Diskriminanzanalyse* und *Support Vector Machine* (SVM) – für die gegebene Aufgabe evaluiert.

Zunächst wurde eine Fehlklassifikationsrate für Einzelbilder von 1.8 % bis 4.2 % auf verschiedenen Datensätzen mit einer Trefferquote von nahezu 100 % auf den relevanten Objektklassen erzielt. Die Leistung der erreichten Lösung wurde zudem auf einem unabhängigen Evaluierungsdatsatz mit einer mittleren Klassifikationsgüte von 98 % bestätigt. Dabei übertreffen die vorgeschlagenen Merkmale basierend auf Farbhistogrammen die Referenzmerkmale der Hauptkomponentenanalyse und *SpatioGrams* signifikant. Diese Ergebnisse stützen die Hypothese, dass Ortsinformationen innerhalb des zu klassifizierenden Bildausschnitts hier eher ein Hindernis darstellen. Zudem haben die Experimente eine höhere Leistung des NN als „frühen“ Klassifikator mit wenigen Beispielen aus der Anfangsphase des Spiels gezeigt. Nach einer Sammelphase von mehreren Minuten übertrifft die SVM jedoch beide alternative Verfahren deutlich, woraus sich eine optimale Lernstrategie ableiten lässt.

Schließlich werden wertvolle Nutzungsmöglichkeiten aller erfassten Positionsdaten aufgezeigt. Dabei wird zwischen quantitativen Größen und der Unterstützung der Videoanalyse für diverse Zielgruppen unterschieden. Durch den Einsatz von Methoden des unüberwachten maschinellen Lernens werden aus 335 Spielen der 1. und 2. Fußballbundesliga positionsbezogene und athletische Spielerprofile generiert. Basierend auf ihrer taktischen Position im Spiel werden Spielercluster ähnlicher athletischer Anforderungen zur effizienten Bildung von Trainingsgruppen gelernt. In einer zweiten Methode findet eine automatische Analyse taktischer Mannschaftsformationen im Hinblick auf die Spielfeldposition ihrer Akteure statt. Die Erkenntnisse sollen durch Rückkopplung ins Erkennungssystem langfristig dazu dienen, die automatische Spielerzuordnung des Trackingalgorithmus voranzutreiben und den Bediener somit weiter zu entlasten.

Weitere zukünftige Forschungsaktivitäten zielen auf die Erkennung von Spielerverhalten, taktischer Muster sowie auf die automatische Erfassung höherwertiger Ereignisdaten (Standardsituationen, Zweikämpfe, Spielzüge) ab. Basierend auf den Positionsdaten soll dies durch den Einsatz weiterer Methoden des *Data Mining* und der Mustererkennung untersucht werden. Dies wäre auch aus sportwissenschaftlicher Sicht eine weitere hilfreiche Unterstützung zur automatischen Szenenkategorisierung, systematischen Nachbetrachtung und differenzierten Fehleranalyse.