

Flipper mit Autopilot

Beispiel eines eingebetteten Echtzeitsystems



Motivation

- Der Flipper mit Autopilot ist ein klassisches Beispiel für ein eingebettetes Echtzeitsystem:
 - Die Steuerung ist in eine konkrete Anwendung (Flipper) **eingebettet**
 - Um den Ball im Spiel zu halten, müssen harte, durch die Physik diktierte **Zeitbedingungen** eingehalten werden
- Es lassen sich verschiedene anschauliche Aufgabenstellungen definieren:
 - Automatische, videobasierte Steuerung (hier demonstriert)
 - Interne Steuerung durch reaktiven Prozessor (geplant)

Hintergrund

- Über 90% der heute im Einsatz befindlichen Computer sind **eingebettete Echtzeitsysteme**:
 - Computer sind in eine bestimmte Anwendung eingebettet (Auto, Waschmaschine, etc.)
 - Für die Erfüllung der Aufgabe ist die Erfüllung von zeitlichen Anforderungen kritisch (Airbag muss rechtzeitig auslösen)
- Die **Informatik** spielt zentrale Rolle in der Beherrschbarkeit heutiger und morgiger komplexer Systeme

Technische Umsetzung

Bildverarbeitung zur Ortung der Kugel

- Ein heller Licht-Reflex auf der polierten Stahlkugel ist das hellste bewegte Objekt im Videobild.
- Berechnung der Helligkeitsdifferenz zum vorherigen Bild
- Ermittlung der Helligkeitssummen zeilen- und spaltenweise
- Auffinden der charakteristischen Helligkeitskurve der Kugel
- Schnittpunkt von Zeilen- und Spaltenmaximum wird als Position der Kugel angenommen.
- Für die Ballerkennung zur Verfügung stehende Zeit: ~10 ms pro Bild.

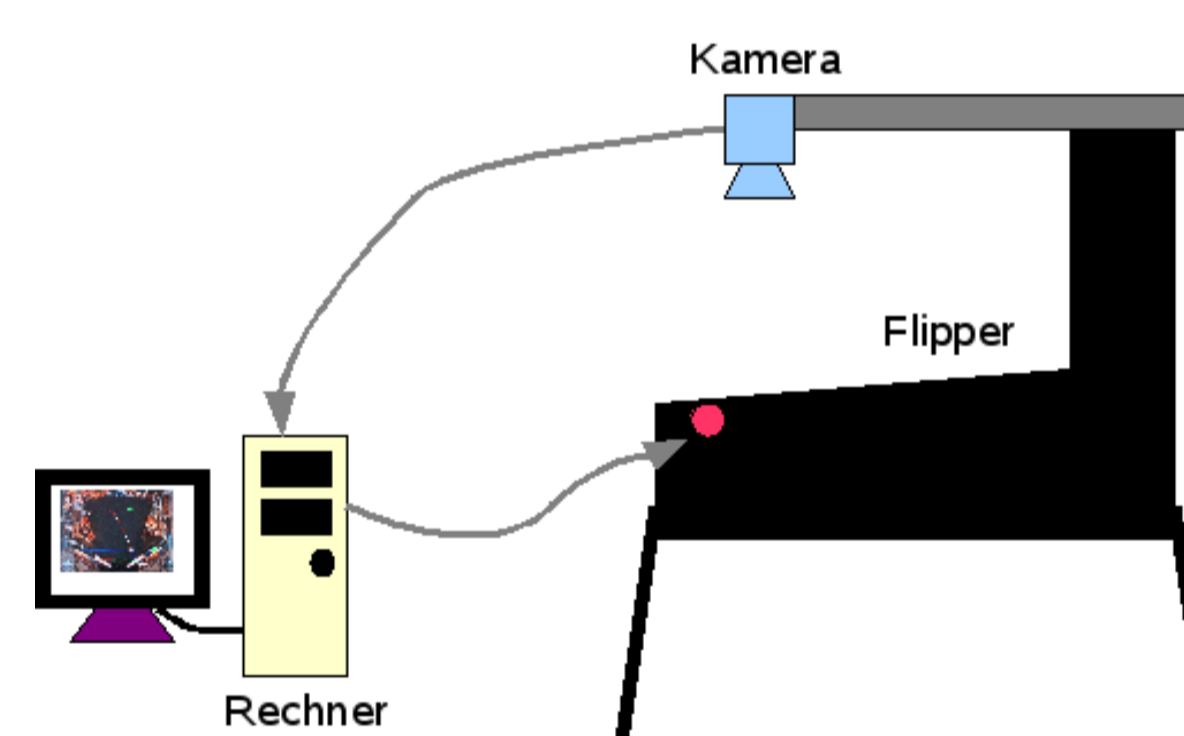
Zeitlicher Ablauf

- Die Kamera nimmt alle 40 ms ein Bild auf (25Hz).
- Übertragung des Bildes in den Rechner dauert 130 ms.
- Auslösung der Flipperkontakte braucht etwa 10 ms bis zum Effekt
- Also muss die Position der Kugel 140 ms vorausberechnet werden
- Notwendige Präzision: etwa 1 ms.

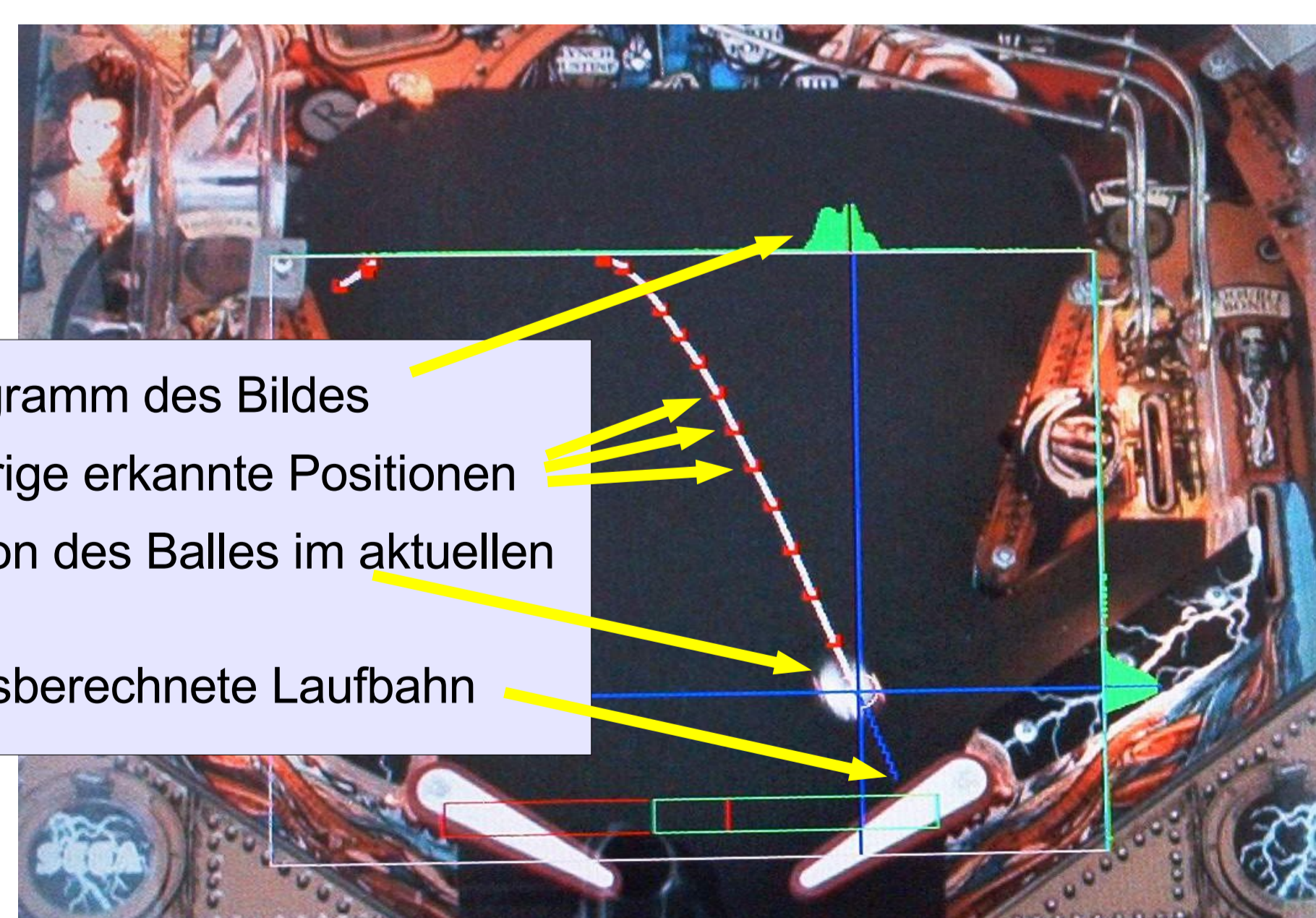
Experimentelle Ergebnisse

- Aufbau mit Consumer-Videokamera und Desktop-Linux
- Präzises Zeitverhalten des Gesamtsystems
- Stabiles Zusammenspiel von Kamera und Software
- Hinreichend schnelle Reaktion auf schnelle Bälle trotz verzögerter Bildverarbeitung
- Irritation der Bildanalyse durch Strukturen des Untergrundes, Lichtern im Spielfeld, Reflexen auf der Glasscheibe.
- Es fehlt der Software noch an Strategie zur Reaktion auf bestimmte Spielsituationen.

Schematischer Aufbau

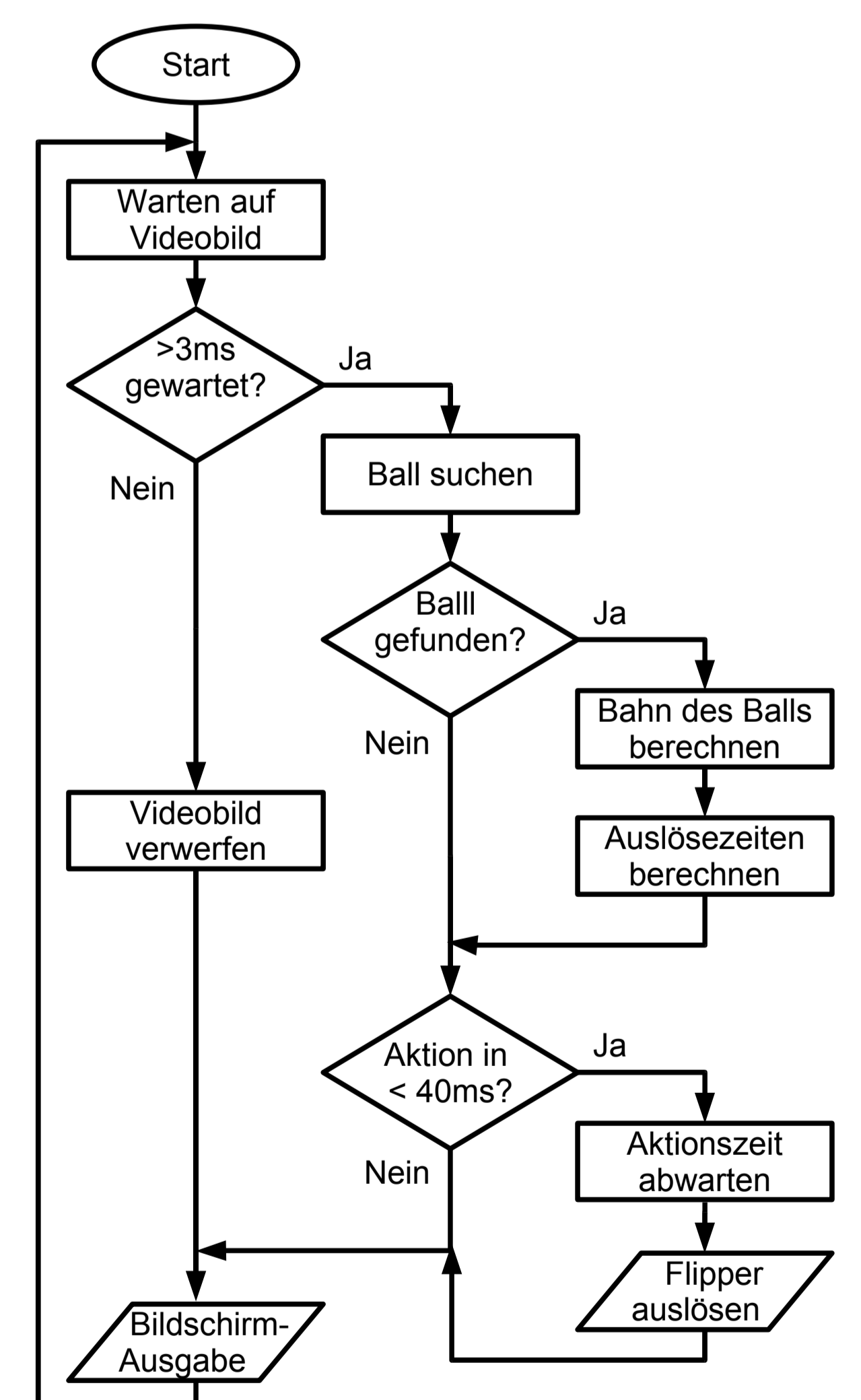


Erkennung der Ballposition



- Histogramm des Bildes
- vorherige erkannte Positionen
- Position des Balles im aktuellen Bild
- vorausberechnete Laufbahn

Zyklischer Programmablauf



Ansprechpartner:

Prof. Dr. Reinhard von Hanxleden
Department of Computer Science
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40, 24098 Kiel, Germany
Phone: +49 (0)431 880-7281
Fax: +49 (0)431 880-7615
rvh@informatik.uni-kiel.de
<http://www.informatik.uni-kiel.de/~rvh>

Weitere Informationen:

<http://www.informatik.uni-kiel.de/rtsys/>