



سیستم کمک به داوری مسابقات پینگ پنگ مبتنی بر بینایی ماشین

خسرو علیزاده - حمیدرضا پوررضا - اشرف قوچانی زاده

دانشگاه علوم پزشکی مشهد - دانشگاه فردوسی مشهد - دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

Alizadekh1@mums.ac.ir
hpurreza@um.ac.ir
ghoochanizadeh@yahoo.com

مقدمه: تشخیص و ردیابی اشیاء در طول یک بازی ورزشی توسط کامپیوتر یکی از حیاطه‌های فعال پژوهشی است. آنالیز حرکت و ردیابی با تکنیک‌های بینایی ماشین میتواند برای تحلیل تکنیک در ورزشهای گوناگون مانند بیسبال [1]، فوتبال [2]، فوتبال آمریکایی [3] و تنیس [4] به کار رود. در این مقاله روشی برای آنالیز حرکت توپ پینگ پنگ در یک فیلم ویدیو ارائه شده است. در یک رویداد پینگ پنگ شکل مشاهده شده توپ پینگ پنگ در تصاویر ویدئویی پایدار نیست و وابسته به تغییرات نور و سرعت و فاصله از دوربین است. تصاویر اشیاء متحرک سریع طبیعتاً تاریک است که بازنمایی شیء را سخت میکند. اندازه تصویر توپ بسته به فاصله از دوربین و سرعت آن بین ۴ تا ۳۰ پیکسل متغیر می باشد. حین بازی گاهی بازیکن یا راکت جلوی دید توپ را مسدود میکند. ضمناً در بعضی حالتها، توپ شبیه دیگر اشیاء موجود در صحنه مثل بعضی علائم تجاری می باشد. به علاوه به عنوان یک اصل در تکنیک های ردیابی، تصویر اشیاء از یک فریم به فریم بعدی جابجایی کمی (در حد چند پیکسل) دارد، اما توپ پینگ پنگ از یک فریم به فریم بعدی چندین برابر اندازه خود توپ جابجا می شود و در کنار کاندیدا های مشکوک دیگر قرار میگیرد بطوریکه ردگیری را غیر ممکن میسازد. در نتیجه، تکنیکهای قبلی برای تشخیص همه وقایع توپ پینگ پنگ توسط کامپیوتر در فضای شلوغ واقعی سالن های ورزشی که گاه در چند میز پینگ پنگ بازی همزمان بر پا است کافی نیست. از اینرو نیازمند ایجاد یک مدل مناسب برای توپ حین بازی هستیم تا تشخیص و ردیابی را همزمان و از روی مدل حرکت توپ انجام دهیم. در این تحقیق محیط آزمایش، یک بازی پینگ پنگ است که حرکت توپ آن ردیابی و برخورد یا عدم برخورد آن به میز گزارش میگردد. در این تحقیق، تصاویر ویدئویی آنالیز و بر اساس آن ضرایب معادله منحنی حرکتی توپ در فضای دو بعدی اعلام می شود.

روش: در این تکنیک از تفریق پشت زمینه [5] برای تقطیع اشیاء متحرک در صحنه استفاده شده است. تفریق پشت زمینه



ظرفیت حذف نوبز را ندارد و با توجه به اینکه توپ پینگ پنگ فضای کمی را اشغال می‌کند، اغلب نیازمند عملگرهای اضافی است. از اینرو الگوریتم ذیل بکار گرفته شد:

۱. ایجاد مدل پشت زمینه
۲. تشخیص اشیاء پیش زمینه
۳. فیلتر رنگ و سایز
۴. تعیین کاندیداهای توپ در سه فریم متوالی
۵. تطبیق ترکیب‌های مختلف از کاندیداهای سه فریم متوالی با اطلاعات context محتوی در رویداد بازی پینگ پنگ
۶. تشخیص و ردگیری توپ در سه فریم متوالی
۷. تکرار مراحل فوق برای فریم بعدی
۸. کاندیداهایی از سه فریم متوالی که شرایط ذیل را ارضا می‌کنند، به عنوان توپ اصلی بر چسب می‌خورند:

$$\begin{aligned} & |(|Xc1-Xc2| - |Xc2-Xc3|)| < T1 \\ & T2 < |Xc1-Xc2| < T3 \quad \& \quad T2 < |Xc2-Xc3| < T3 \\ & |(|Yc1-Yc2| - |Yc2-Yc3|)| < T4 \end{aligned}$$

- که در آن Xci, Yci مختصات مرکز ثقل لکه در فریم i ام و $T1$ تا $T4$ مقادیر آستانه‌ای هستند که با آزمایشات متعدد بدست آمد.
۹. با بدست آمدن مختصات سه نقطه از مسیر حرکت، ضرایب معادله درجه دو که سهمی مسیر حرکت توپ می‌باشد، را بدست می‌آوریم.
۱۰. با توجه به جهت سهمی و تغییرات مقادیر Yci برخورد یا عدم برخورد توپ به میز تعیین می‌شود.

نتایج: در اولین گام برای ارزیابی قابلیت اطمینان^۱ و robustness روش معرفی شده، اقدام به ضبط چندین فیلم ویدئویی از بازی پینگ پنگ، با شرایط متفاوت نمودیم. پشت زمینه، نور، کانترست و زاویه هر یک از این ویدئوها متفاوت است. از جمله قرار گرفتن میز دیگر پینگ پنگ در پشت میز اصلی و اجرای بازی همزمان روی آن و نیز بازی بازیکنی که به توپهای متوالی پرتاب شده توسط ربات توپ پرتاب کن پاسخ می‌دهد. در این حالت، توپ‌های پاسخ داده شده به صورت هرز به زمین برمی‌گردد، بطوریکه تشخیص توپ پرتاب شده جدید از توپهای متعدد برگشت شده قبلی که روی میز سقوط می‌کنند، توسط چشم انسان نیز مشکل است. در زیر نمونه‌ای از آنها نشان داده شده است.



شکل ۱- اجرای همزمان دو بازی پینگ پنگ متفاوت و توپ پرت کن

بحث: ردیابی توپ پینگ پنگ توسط کامپیوتر در طول یک مسابقه واقعی به علت سرعت بالا، اندازه کوچک تصویر توپ، همپوشانی‌های متعدد جزئی و کلی، تغییر ناگهانی مکرر جهت و سرعت توپ پس از برخورد به میز یا راکت و غیره یک بحث چالش‌انگیز است. بیشتر تکنیک‌های موجود قابل دسترس، برای حل تمام این مشکلات، مناسب نیستند. در این تحقیق، تمامی مراحل پیاده‌سازی یک سیستم بینایی ماشین شامل انتخاب و تهیه دوربین، برپا کردن سیستم، تهیه حجم قابل توجهی از داده (ضبط فیلم‌های متعدد ویدئویی در شرایط مختلف)، طراحی و پیاده‌سازی یک ایده نوین ردیابی ضمن انتساب



داده با استفاده از الگوریتم های پردازش تصویر انجام شده است. اما نکته ای که آنرا از پروژه های بینایی ماشین دیگر ممتاز می کند، بکارگیری تنها یک دوربین با نرخ فریم ۲۵ fps در ردیابی اشیاء سریع است. با توجه به پرهزینه بودن تهیه دوربین های سریع، این مسئله می تواند مورد توجه قرار گیرد.

ضمن اینکه تعداد کم فریم ها (داده ها) در بالا بردن سرعت پردازش اثر بسزایی دارد. این الگوریتم قادر است منحنی حرکت توپ را در هنگام همپوشانی جزئی و کلی و نیز تغییر جهت های ناگهانی به خوبی تشخیص دهد. نتایج حاصل از این طرح می تواند در کمک به داوری پینگ پنگ به کار رود. یکی از مسائلی که در این تحقیق با آن روبرو بودیم، مسئله انتساب داده برای ردگیری کاندیداها بود. زیرا فاصله تصویر هدف در دو فریم متوالی، زیاد بود. با کاربرد اطلاعات context در انتساب داده، موفق به حل این مشکل شدیم. نکته حائز اهمیت دیگر اینکه نتایج آزمایشات نشان داد در سخت ترین شرایط و محیط ها که شامل حضور چندین توپ بود، الگوریتم به خوبی توپ اصلی را تشخیص می دهد.

مزایای این الگوریتم به شرح زیر می باشد:

- با توجه به تشخیص همزمان توپ در سه فریم و با بدست آمدن سه نقطه از مسیر حرکت که یک منحنی درجه دو می باشد، بقیه مسیر قابل پیش بینی است.
- در همپوشانی جزئی و کلی، هدف گم نشده و بلافاصله دوباره شناسایی می شود.
- در مواقعی که توپ از روی زمین ای همرنگ با توپ عبور می کند و قابل تفکیک از زمینه نمی باشد نیز دوباره هدف شناسایی می شود.
- در مواقعی که لحظه برخورد توپ به میز در هیچ فریمی ثبت نشده است، با استفاده از تغییر علامت ضریب معادله حرکت، برخورد یا عدم برخورد قابل تشخیص است.
- در این روش توپ هایی که بازیکن ها برای تعویض سرویس با دست به سمت یکدیگر پرتاب می کردند، ردگیری نمی شود، در غیراینصورت تشخیص این توپها توسط سیستم داوری غیر ممکن می نمود.

واژه های کلیدی: داوری بازی پینگ پنگ، ردیابی اشیاء سریع، تشخیص حرکت.

مآخذ:

- [1] Hua-Tsung, Hsuan-Sheng Chen, Ming-Ho Hsisao, Yi-Wen chen and Suh-Yin Lee (2006). "A Trajectory-Based Ball Tracking Framework With Enrichment for Broadcast Baseball Videos". Department of Computer Science and Information Engineering.
- [2] Muller, B., and Andio, R. D. (2004). Distributed Real_time soccer Tracking". In Proceeding of the ACM 2nd International Workshop on Video Surveillance & Sensor Networks, VSSN '04. ACM Press. Pp 97-103. Available from <http://doi.acm.org/10.1145/1026816>.
- [3] Ren, J.C. Orwell, J., Gaeme, A., and Xu, M. (2004). "a General Framework for 3d Soccer Ball Estimation and tracking". In Proceeding of ICIP, pp. III: 1935-1938
- [4] Amirian, M. M. (2006). "Design and Implementation of a Machine Vision System for Detecting Movement Parameters of the Ball During a Table Tennis Game". A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of M.Sc. in Computer Engineering (Artificial Intelligence & Robotics, sharif university of Technology).