

طراحی و ساخت سیستم تعقیب کننده ی نگاه

دانشجو: محمدحسین کاشانی نیا
استاد راهنما: دکتر فریا بهرامی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

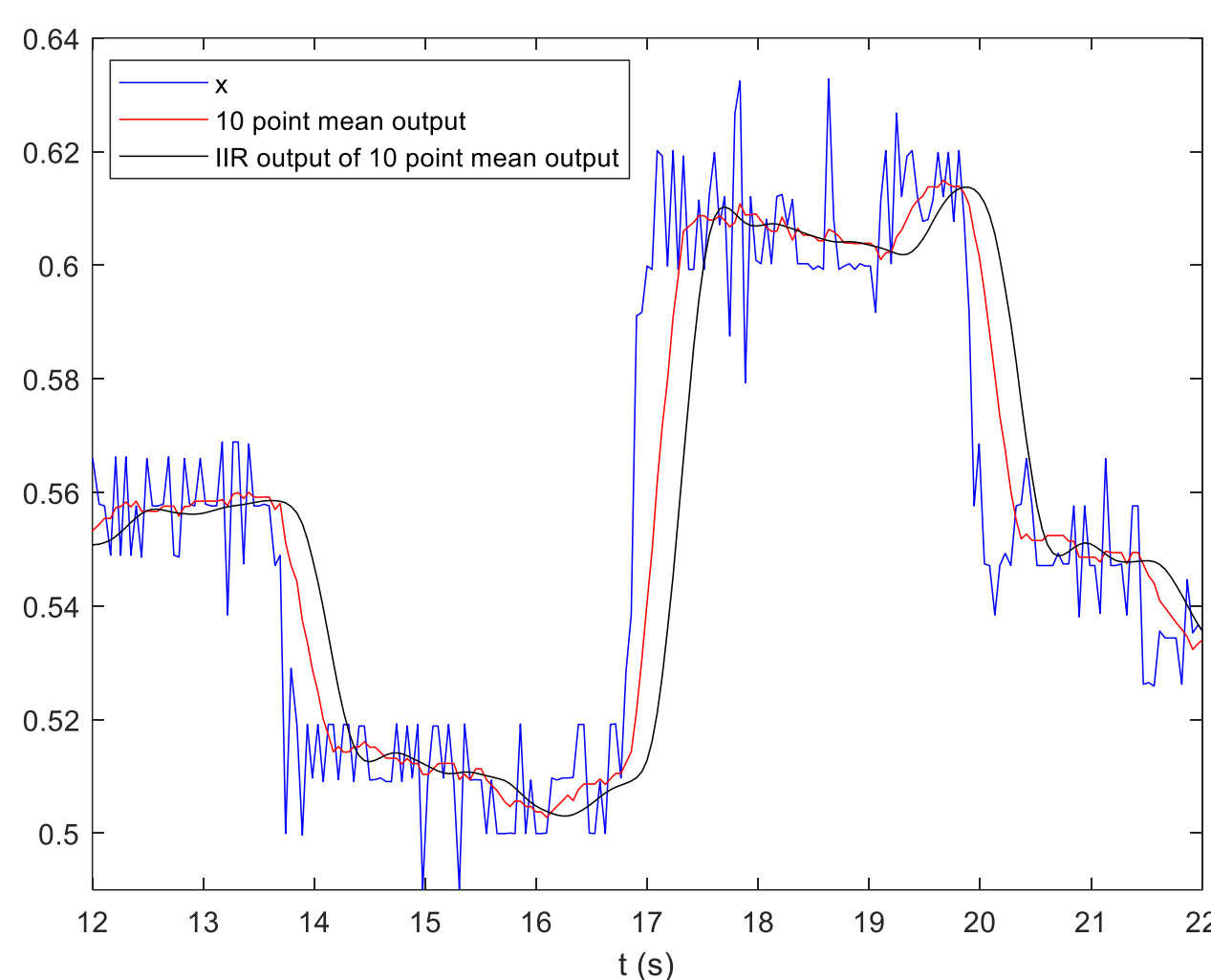


نتایج

دقت این روش (استفاده از دوربین) مشابه بعضی روش های مبتنی بر حسگر برای اندازه گیری حرکات چشم و سر و تعقیب نگاه، بالا نیست؛ اما روشی ارزان است و استفاده از آن آسان می باشد چرا که تنها به یک دوربین احتیاج دارد.

به دلیل لرزش نقاط تخمین زده شده روی صورت، نویز زیادی روی نتیجه ی اندازه گیری اثر می گذارد و به دلیل بزرگی ضریبی که حرکت چشم را به نقطه ی نگاه تبدیل می کند، این نویز بسیار قابل توجه می شود.

با اعمال فیلتر مناسب می توان تا حد زیادی این نویز را از بین برد.



(شکل ۲): اعمال فیلتر روی مکان افقی محاسبه شده برای مرکز عنبیه

جهت سر یا زاویه داشتن سر شخص با دوربین و صفحه ای که نگاه روی آن اندازه گیری می شود در نقطه ی نهایی نگاه بسیار تاثیرگذار است. حتی کوچک ترین حرکت سر باعث می شود زاویه ی چشم ها تغییر کنند و نقطه ی نگاه به مقدار زیادی جابجا شود.

دوربین با کیفیت بهتر می تواند به طور قابل ملاحظه ای باعث افزایش دقت و کاهش نویز شود و اجرا شدن این سیستم روی دستگاه قوی و استفاده از دوربین سریع می تواند سرعت های بسیار بالا را در تعقیب نگاه به همراه داشته باشد.

جمع بندی

در این پروژه به پیاده سازی یک سیستم تعقیب نگاه پرداخته شده که با استفاده از یک دوربین و مکان یابی چشم ها و سر، نقطه ی نگاه شخص را محاسبه می کند. می توان این سیستم را به روش های مختلفی بهبود داد، از جمله محاسبه ی مکان عنبیه در مختصات قطبی، افزایش دقت مدل چشم با بررسی آناتومی آن، بهبود مدل ساختار دوربین در محاسبات و محاسبه ی موقعیت سه بعدی هر یک از چشم ها.

امروزه با آسان و ارزان تر شدن دسترسی، کاربرد های تعقیب نگاه نیز گسترش یافته اند، از تعقیب نگاه می توان در تحقیقات روانشناسی و علوم شناختی، ارتباط با رایانه یا دیگران برای افراد سالم یا معلول، بازاریابی و بررسی نقاط توجه مخاطب در تبلیغات، تشخیص خواب آلودگی در رانندگی و محیط های دیگر، بازی های ویدیویی و ... استفاده کرد.

مراجع اصلی

1. H. Singh and J. Singh, "Human Eye Tracking and Related Issues: A Review," *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 2, no. 9, 2012.
2. D. R. Carvalho, W. D. Fonseca, J. Hollebon, P. H. Mareze and F. M. Fazi, "Head tracker using webcam for auralization," in *inter noise*, Washington, DC, 2021.
3. M.-L. Lai, M.-J. Tsai, F.-Y. Yang, C.-Y. Hsu, T.-C. Liu, S. W.-Y. Lee, M.-H. Lee, G.-L. Chiou, J.-C. Liang and C.-C. Tsai, "A review of using eye-tracking technology in exploring learning," *Educational Research Review*, vol. 10, pp. 90-115, 2013.

خلاصه

تعقیب چشم به معنای تشخیص حرکات و موقعیت چشم و به دست آوردن نقطه ی نگاه شخص است. در مقابل تعقیب نگاه به بررسی همزمان حرکات و موقعیت چشم و سر می پردازد و نقطه ی نگاه شخص را به دست می آورد. روش های متعدد و گوناگونی برای مشاهده و به دست آوردن حرکات چشم در زمینه های تحقیقاتی و تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. این پروژه به پیاده سازی یک سیستم تعقیب نگاه با استفاده از دوربین می پردازد که برای تعقیب نگاه بیماران همزمان با تست و ثبت حرکات دست توسط روبات موجود در آزمایشگاه کنترل حرکت و علوم اعصاب محاسباتی به کار گرفته خواهد شد. برای تخمین نقطه ی نگاه، ابتدا با استفاده از کتابخانه ی mediapipe و زبان برنامه نویسی پایتون صورت و چشمهای شخص تشخیص داده شده، سپس با به دست آوردن مکان مردمک ها و همچنین مکان و جهت سر، و با محاسبات هندسی نقطه ی نگاه به دست می آید. وجود داده های نگاه در کنار حرکات دست برای درمان و توانبخشی و آنالیز حرکات افراد بیمار پس از سکته ی مغزی و بیماران با مشکلات حرکتی با منشاء زوال عصبی که دچار اختلال در سیستم عصبی حرکتی هستند مفید می باشد.

روش

بستر انجام این پروژه به دلیل انعطاف پذیری و سرعت توسعه ی بالا و امکانات متعدد، زبان پایتون می باشد و پردازش تصویر به کمک کتابخانه های opencv و mediapipe انجام می شود.

کتابخانه ی mediapipe با استفاده از دو شبکه ی عصبی عمیق در ارتباط با هم محل ۴۶۸ نقطه خاص را در فضای ۳ بعدی روی صورت تخمین می زند. همچنین می تواند نقاط اطراف و مرکز عنبیه را با دقت خوبی تشخیص دهد. سرعت بالای ماژولهای این کتابخانه در تشخیص این نقاط، این اجازه را می دهد که بتوان از آن برای کارهای با سرعت بالا و همزمان استفاده کرد. به کمک این نقاط و به خصوص نقاط اطراف چشم، کار تعقیب نگاه انجام می شود.

تشخیص پلک زدن

با داشتن نقاط دور چشم، نسبت طول عمودی به افقی چشم به دست می آید. با اندازه گیری این نسبت و مقایسه ی آن با یک مقدار آستانه، بسته شدن هر کدام از چشم ها به صورت جداگانه محاسبه می شود.

مکان یابی عنبیه

موقعیت خط واصل گوشه های دو چشم (خط سبز در شکل ۱) نسبت به سر تقریباً ثابت است، از این خط به عنوان معیاری برای مکان یابی عنبیه استفاده می کنیم. به این صورت که فاصله ی مرکز عنبیه تا این خط و فاصله ی تصویر عمودی آن روی این خط تا گوشه ی چشم به عنوان مختصات مرکز عنبیه در نظر گرفته می شود.



(شکل ۱): مکان یابی مرکز عنبیه هر چشم نسبت به سر

اندازه گیری مکان و موقعیت سر

با انتخاب تعدادی از نقاط روی صورت و حل مسئله ی PnP^۱ با داشتن مختصات سه بعدی نقاط، ماتریس دوران و بردار جابجایی سر به دست می آید.

محاسبه ی نقطه ی نگاه

سیستم سر و هر کدام از چشم ها را می توان مشابه یک بازوی روباتیک ۳ لینکی سری در نظر گرفت. به این صورت با حل مسئله ی سینماتیک مستقیم، نقطه ی نگاه به دست می آید. برای جلوگیری از پیچیدگی های محاسباتی از تقریب مرتبه ۳ برای رابطه ی نگاه با مکان و زوایای سر و چشم ها استفاده می کنیم.

کالیبراسیون

با نگاه به تعدادی نقطه مشخص در صفحه و محاسبه ی مکان عنبیه متناسب با آن ها، تابع مناسب بین مکان عنبیه و موقعیت سر و نقطه ی نگاه برازش می شود.

^۱ Perspective n points