

استفاده از سیستم فازی در تشخیص چهره

حسین علیزاده¹، حمید پروین²، محمود فتحی³، هادی علیزاده⁴

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد هوش مصنوعی، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران

تهران، ایران

ho_alizadeh@comp.iust.ac.ir

² دانشجوی کارشناسی ارشد هوش مصنوعی، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران

تهران، ایران

h_parvin@comp.iust.ac.ir

³ عضو هیئت علمی گروه سخت‌افزار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران

تهران، ایران

mahfathy@iust.ac.ir

⁴ دانشجوی کارشناسی برق، دانشگاه غیرانتفاعی هدف

ساری، ایران

ha_ali85@yahoo.com

چکیده

برای تشخیص چهره، معمولاً از دو روش استفاده می‌کنند. اولین روش، تشخیص کلی چهره می‌باشد. روش دوم تشخیص چهره بر اساس بخش‌های مختلف چهره است. به خاطر مسایلی مثل خرابی، تغییر قیافه، چرخش و غیره، معمولاً استفاده از روش اول، با مشکلات زیادی مواجه می‌باشد. برای اشیای غیر سخت، مثل چهره، معمولاً از روش دوم، برای تشخیص چهره استفاده می‌کنند. ما نیز، در این مقاله از روش دوم استفاده کرده‌ایم و یک روش فازی ارائه داده‌ایم که در آن ابتدا یک چهره را به بخش‌های سازنده‌اش تجزیه می‌کنیم. برای هر کدام از بخش‌ها، یک تشخیص‌دهنده بخش طراحی می‌کنیم که وظیفه‌اش، شناسایی آن بخش می‌باشد. سپس یک تشخیص‌دهنده فازی، برای بررسی موقعیت هندسی بخش‌ها نسبت به هم طراحی می‌شود. نتایج تجربی نشان می‌دهند که این روش می‌تواند منجر به دقت بالایی تشخیص شود.

کلمات کلیدی

تشخیص چهره، سیستم فازی، موتور استنتاج فازی، موقعیت هندسی بخش‌ها.

تغییرات مقیاس، یکی از مسایل دشوار محسوب می‌گردد. یک سیستم

تشخیص چهره ممکن است در یک لحظه با هیچ یا همه مشکلات فوق

روبرو شود و این مسئله را سخت می‌کند.

طبیعت ذاتی چهره، به صورتی است که تشخیص آن با روش کلی،

مستعد مشکلات فوق می‌باشد. به همین دلیل، ما در این مقاله از روش

تشخیص مبتنی بر بخش‌ها استفاده کرده‌ایم.

1- مقدمه

کار تشخیص چهره با وجود مشکلاتی چون خرابی¹، تغییر در ژست²، چرخش داخلی تصویر³، چرخش خارجی تصویر⁴، وضوح کم⁵ و

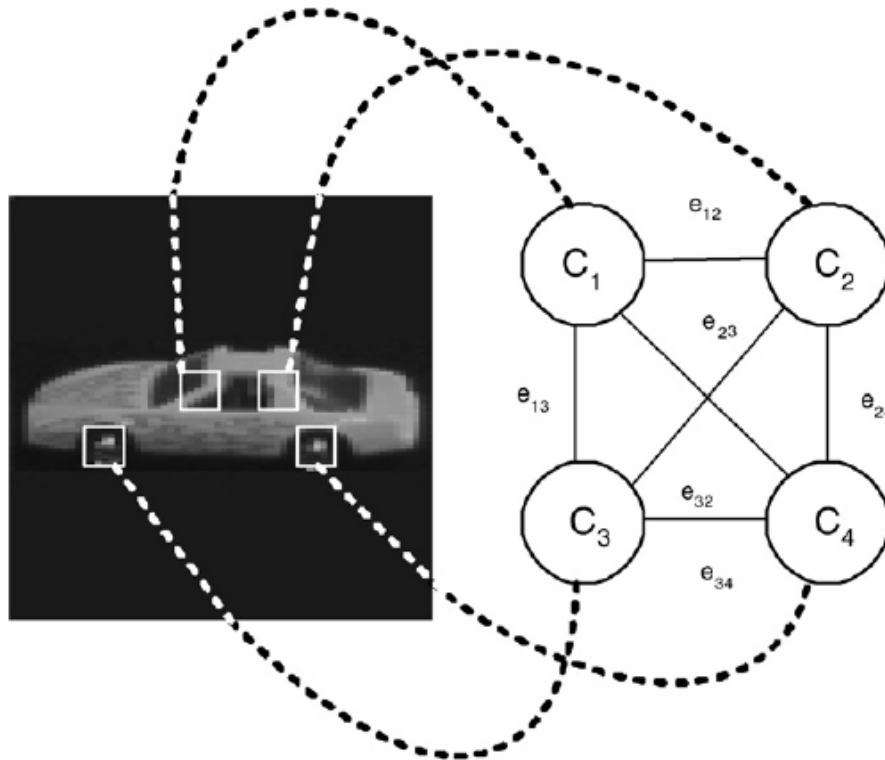
¹ occlusion

² variation in pose

³ in plane rotation

⁴ out of plane rotation

⁵ poor illumination



شکل (1): بخش‌های ممکن برای تشخیص شیئی ماشین

کلی¹⁴ انسان در آن شامل کاندیداهای تصادفی برای هر بخش بدن می‌باشد. هر کدام از این کاندیداهای، به طور مجزا، لزوماً بالاترین امتیاز ماشین بردار پشتیبان را برای تشخیص بخش خود نگرفته‌اند. ساختار تصویری، یک ترکیب بهینه از بخش‌های بدن را از هر دو لحاظ ظاهری¹⁵ و هندسی پیدا می‌کند. وایولا¹⁶ در [6] یک روشی اتخاذ کرده است که در آن از تعداد زیادی ویژگی‌های شبه‌ها¹⁷ برای تشخیص شیئی استفاده می‌کند. مجموعه‌ی ویژگی‌هایی که بهترین دقت تشخیص را فراهم می‌کنند، از این ویژگی‌ها انتخاب می‌شوند و نشان داده می‌شود که رده‌بندی نتیجه، عملکرد تشخیص خوب را فراهم می‌کند.

1-2- تشخیص چهره بر اساس بخش‌های سازنده

ما تشخیص دهنده چهره مبتنی بر اجزا را پیشنهاد می‌کنیم که یک چهره را به بخش‌های مجزای مطلوب تجزیه می‌کند و قیدهای خاص روی محل اجزا مختلف نسبت به بقیه اعمال می‌شود. کاندیداهایی که توسط تشخیص دهنده بخش تشخیص داده می‌شوند، به همراه محل تشخیص‌شان، به عنوان ورودی، به این رده‌بندی فرستاده می‌شوند. این رده‌بندی، بهترین کاندیدا را از بین ترکیبات مختلف بخش‌ها، پیدا کرده و به عنوان چهره خروجی برمی‌گرداند. این ترکیب از کاندیداهای قیدهای هندسی این رده‌بندی را باید برآورده کنند. همچنین، این کاندیداهای بخش‌های مختلف، انطباق ظاهری منطقی برای بخش‌های مربوطه‌شان را دارند.

استحکام روش به خاطر این حقیقت است که هیچ کاندیدی برای یک بخش، صرفاً به خاطر انطباق ظاهری خوب یا تنها به خاطر

1-1- سوابق حل مسئله

فلزنسالب¹ در [1] و فیشر² در [2] روشی برای حل مسئله تشخیص اجسام غیر سخت ارائه کرده‌اند. در این روش گفته می‌شود که در هر سیستم تشخیص شیئی، اگر تصمیم سخت بله/خیر، زودتر از اتمام فرایند تشخیص شیئی اتخاذ شود، می‌تواند منجر به اشتباه شود.

یک الگوریتم تشخیص چهره دارای استحکام³ باید عدم قطعیت‌ها را تا زمانی که آخرین فاز تصمیم‌گیری کامل نشده است، حفظ نماید. به عنوان مثال اگر یک سیستم بینایی، به تشخیص لبه⁴، قطعه‌بندی⁵، انطباق‌دهنده شکل⁶ و زیر سیستم‌های دیگر وابسته است. سیستم باید به تعدادی از عدم قطعیت‌ها اجازه بدهد که در هر کدام از این زیرسیستم‌ها بمانند و تا زمانی که یک پاسخ از کل سیستم در دسترس نیست، تصمیم نهایی بله/خیر، در هر کدام از زیرسیستم‌ها باید به تأخیر انداخته شود. تصمیم‌هایی باید خروجی تمام زیرسیستم‌ها را به طور همزمان مورد توجه قرار دهد.

پوگیو⁷ و همکاران در [3,4] یک رویکرد کلی برای تشخیص پیاده‌ارابه می‌دهد. این روش، از رده‌بندی⁸ مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان⁹ و ویژگی موج ضربه‌ای کوچک¹⁰ برای تشخیص پیاده استفاده کرده‌اند.

تریگس¹¹ و همکاران در [5] از یک ماشین بردار پشتیبان برای سیستم تشخیص پیاده استفاده کرده‌اند که شامل تشخیص دهنده‌های بخش‌های مختلف بدن هستند که با یک مدل هندسی¹² مبتنی بر رده‌بندی به نام ساختار تصویری¹³ ترکیب شدند. تصمیم‌گیرنده ساختار تصویری، تا زمانی که همه‌ی بخش‌های بدن ترکیب نشده‌اند، 50 تا از بهترین کاندیداهای را برای هر بخش بدن نگهداری می‌کند. پیکربندی

2-2- فاز تشخیص

به عنوان اولین گام تشخیص، در هر تصویر تست، تشخیص جزء، با استفاده از تشخیص‌دهنده بخش، صورت می‌گیرد. برای هر بخش، چندین کاندیدا نگهداری می‌شوند.

در مرحله دوم، ترکیب‌های ممکن از این کاندیداها تشکیل شده و سپس هر کدام از این ترکیب‌ها، برای تعیین امتیاز هندسی به رده‌بند فازی هندسی فرستاده می‌شوند.

در مرحله آخر از فاز تشخیص، رده‌بند پیکربندی هندسی، مکان هندسی هر ترکیب از کاندیداها را از تشخیص‌دهنده‌ی هر بخش می‌گیرد و آنها را با مدل هندسی چهره که در طول فاز آموزش به دست آمده است، ترکیب می‌کند. رده‌بند پیکربندی هندسی مطمئن می‌شود که کاندیداها انتخاب شده به عنوان بخش‌های چهره، از هر دو نظر تطبیق منطقی ظاهری و تطبیق هندسی، بهینه هستند.

فرایند فاز تشخیص در شکل 2 نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که هر تشخیص‌دهنده بخش، تعداد زیادی کاندید برای بخش مورد نظر خود، تشخیص می‌دهد. در این شکل یک چهره شامل تشخیص‌دهنده‌های بخش چشم‌های چپ و راست، بینی و دهان است. هر کدام از این کاندیداها در پیکربندی‌های مختلف در شکل نشان داده شده‌اند. رده‌بند فازی پیکربندی هندسی، بهترین ترکیب را مطابق با شروط تعریف‌شده انتخاب می‌کند.

3- رده‌بند فازی هندسی

برای ساخت مدل چهره، 5 چهره به صورت تصادفی از تصویر یک شخص، در ژست‌های مختلف، از پایگاه داده چهره ATT گرفته شده است. تصاویر تست، شامل 5 تصویر دیگر آن شخص، در ژست‌های دیگر بوده است.

رده‌بند آموزشی به صورت زیر نشان داده شده است:

ابتدا گرفتن اشیاء از مجموعه آموزشی و سپس استخراج محل هر کدام از چهار بخش، برای هر چهره.

در مرحله دوم، هر چهره به عنوان یک گراف کامل شامل چهار گره رفتار می‌کند. یک شیء چهره و گراف کامل متناظر آن در شکل 3 موجود است. در این مرحله، زاویه و فاصله اقلیدسی بین تمام بخش‌ها، از مجموعه آموزشی محاسبه می‌شوند.

(3) برای همه‌ی جفت‌های بخش‌ها، فاصله اقلیدسی نرمال شده تخمین زده می‌شود. یک موتور استنتاج فازی ساخته می‌شود که به عنوان مدل هندسی بازسازی شده از این توزیع عمل می‌کند. یک درجه عضویت مبتنی بر اینکه هر کاندیدا چقدر از توزیع منحرف شده است، تخصیص داده می‌شود. هر توزیعی که یک تابع عضویت فازی قوی را فراهم نمی‌کند، حذف می‌شود. به عبارت دیگر، ورودی سیستم فازی شامل چهار فاصله اقلیدسی نرمال شده و چهار زاویه است. برای هر کدام از این ورودی‌ها، سه ترم فازی {خوب، متوسط و بد} تعریف شده است.

مطابقت کردن مدل هندسی نمی‌تواند انتخاب شود. کاندیداها باید برای اینکه معتبر در نظر گرفته شوند، هر دو شرط انطباق ظاهری معقول و مطابقت داشتن با مدل هندسی را داشته باشند. شکل 1، یک ماشین را به عنوان یک شیء نشان می‌دهد. اگر یک گراف وزن دار کامل برای نمایش¹⁸ یک شیء استفاده شود، هر نود در گراف یک بخش شیء را نمایش می‌دهد و وزن لبه مربوطه مکان مطلوب آن بخش را نسبت به سایرین نشان می‌دهد. در شکل 1 بخش‌هایی که ممکن است برای تشخیص نمونه‌های این نوع شیء استفاده شوند، نشان داده شده‌اند. مربع‌های سفید این بخش‌ها را نشان می‌دهند. گراف متناظر با چهار گره، مدل هندسی این شیء را نشان می‌دهد. لبه‌ها معرف قیده‌های هندسی بخش‌ها هستند. هر چند در این مثال یک گراف کامل نشان داده شده است، اما در مدل‌های هندسی واقعی ممکن است که تشخیص شیء نیاز به گراف کامل نداشته باشد. هر شیء متعلق به هر کلاس، بخش‌ها و قیده‌های خاص خود را دارد که می‌تواند وابسته به مکان آن اجزاء، شکل هندسی و طبیعت آن شیء باشد.

در ادامه این مقاله، در بخش 2، فازهای آموزش و تشخیص در سیستم پیشنهادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش 3، نحوه ساخت رده‌بند فازی هندسی را تشریح می‌کند. بخش 4 نتایج تشخیص با استفاده از این روش، را روی مجموعه داده چهره ATT مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بخش 5، شامل نتیجه‌گیری خواهد بود.

2- فازهای آموزش و تشخیص

در این بخش، ما یک مروری از فازهای تشخیص و آموزش چارچوب رده‌بند هندسی را فراهم می‌کنیم.

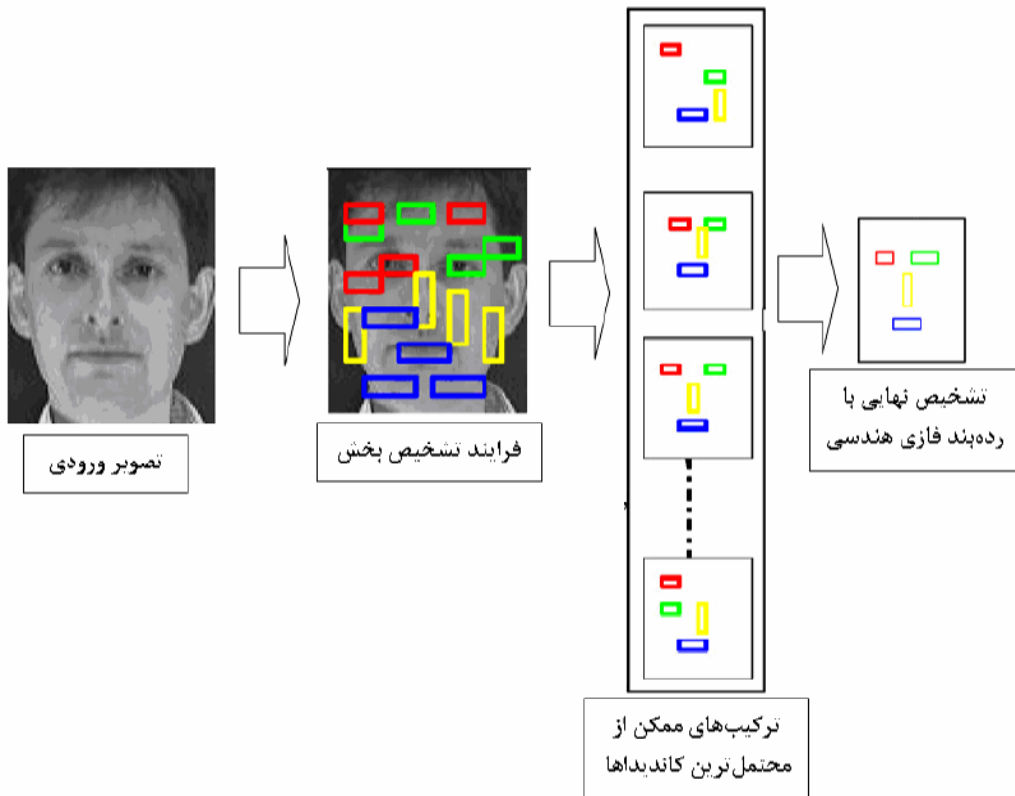
1-2- فاز آموزش

فاز آموزش شامل گام‌های زیر است:

(1) اولین گام شامل انتخاب اجزای درست است تا رده‌بند بتواند یک نرخ تشخیص خوب را فراهم کند. ما نیاز به انتخاب اجزائی داریم که یک چهره را به صورتی نمایش دهد که دارای استحکام باشد و بتواند وجود تمایز چهره را به خوبی مورد توجه قرار دهد.

(2) برای هر کدام از اجزای انتخاب شده، یک تشخیص‌دهنده‌ی بخش مورد نیاز است که یک نرخ تشخیص بخش منطقی و قابل قبول با نرخ خطای منفی¹⁹ کم به ما بدهد.

(3) برای به دست آوردن یک مدل هندسی، تعدادی از نمونه‌های آموزشی استفاده شده‌اند. ما برای ارزیابی روش‌مان، مکان بخش‌های مختلف را به صورت دستی، برچسب گذاری کرده‌ایم. یکبار با استفاده از مکان همه‌ی بخش‌ها، در نمونه‌های آموزشی، یک مدل هندسی فازی به دست آمده است. این مدل هندسی فازی، شامل قوانین اگر-آنگاه²⁰ است که چگونگی ترکیب اجزای مشخص می‌کند.

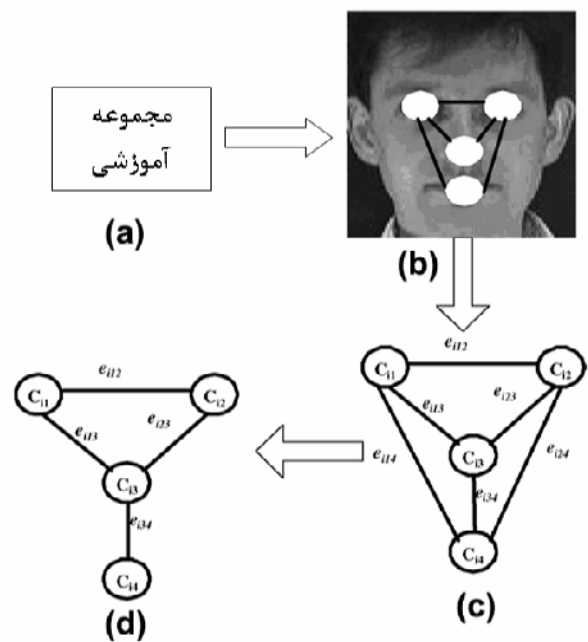


شکل (2): فاز تشخیص برای چهره ورودی با چهار بخش (چشم راست و چپ، بینی و دهان)

50٪ تصاویر به طور تصادفی برای آموزش و بقیه برای تست استفاده شدند. به دلیل کاهش پیچیدگی، ما از تنها سه بخش چهره، یعنی چشم‌های چپ و راست و دهان استفاده کردیم. 12 تا از بهترین کاندیداها برای تشخیص نگهداری می‌شوند. نتیجه، روی میانگین 30 بار اجرای مستقل الگوریتم گزارش شده است. با استفاده از این روش، ما به دقت تشخیص میانگین 96٪ رسیدیم. این در حالی است که در [9]، دقت تشخیص، روی همین مجموعه داده، برابر 91٪ گزارش شده است. معمولاً وقتی تعداد بخش‌های مدل هندسی افزایش می‌یابد، دقت تشخیص هم می‌تواند افزایش یابد؛ منتها این افزایش دقت با صرف هزینه زمانی بالایی به دست خواهد آمد.

5- نتیجه‌گیری

ما یک چارچوب تشخیص چهره ارائه کرده‌ایم که از یک مدل هندسی فازی استفاده می‌کند. ما این روش را بر روی مجموعه داده ATT ارزیابی کرده‌ایم و نشان داده‌ایم که فرآیند تشخیص تحت شرایط نامساعد مختلف می‌تواند منجر به نتایج تشخیص با قابلیت استحکام شود. رویکرد تشخیص مطرح شده، یک چهره را به کوچکترین بخش‌های سازنده‌اش می‌شکند، می‌توان مهمترین دستاورد این روش را قابلیت استحکام تحت خرابی دانست. تکنیک ارائه شده در این مقاله می‌تواند برای هر رده دیگری از اشیاء مثل پیاده‌ها و ماشین‌ها توسعه یابد. هر رده از اشیاء به یک مجموعه قوانین فازی جدید متنظر با مدل هندسی مربوطه نیاز خواهد داشت. از جمله سوالاتی که هنوز می‌تواند مطرح باشد این است که تعداد بخش‌های مورد نیاز برای رده‌بندی دارای استحکام چقدر است؟ و همچنین، یک موازنه منطقی



شکل (3): چگونگی ساخت مدل هندسی. (a): مجموعه آموزشی. (b): اجزای انتخاب شده برای چهره. (c): گراف کامل متنظر با مدل چهار بخشی. (d): گراف کامل بعد از هرس لبه‌ها.

4- نتایج تجربی

برای ارزیابی عملکرد این روش، از تصاویر چهره مربوط به پایگاه داده ATT [7] و [8] استفاده شده است. ما روش‌مان را روی 10 تصویر از یک فرد، با ژست‌های مختلف آزمایش کردیم. در این ارزیابی هر بار،

بین تعداد بخش‌ها و پیچیدگی محاسباتی چیست؟ می‌توان در کارهای آتی به دنبال راه‌حلی برای این سوالات بود.

مراجع

- [1] P. Felzenszwalb, D. Huttenlocher, Efficient matching of pictorial structures, in: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2000, pp. 66-73.
- [2] M. Fischler, R.A. Elschlager, The representation and matching of pictorial structures, IEEE Transactions on Computers 22 (1) (1973) 67-92.
- [3] C. Papageorgiou, T. Evgeniou, T. Poggio, A trainable pedestrian detection system, in: International Conference on Image Processing, 1999, pp. 35-39.
- [4] M. Oren, C. Papageorgiou, P. Sinha, E. Osuna, T. Poggio, Pedestrian detection using wavelet templates, in: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1997, 193-199.
- [5] R. Ronfard, C. Schmid, B. Triggs, Learning to parse pictures of people, in: European Conference on Computer Vision 4, 2002, 700-714.
- [6] Viola, M. Jones, Robust real-time object detection, International Journal of Computer Vision 57 (2) (2002) 59-68.
- [7] ATT ORL Face Database, 1998. Available from: www.uk.research.att.com/facedatabase.html.
- [8] UIUC Face Detection Survey Page, 2000. Available from: <http://vision.ai.uiuc.edu/mhyang/face-detection-survey.html>
- [9] R. Iqbal, U. Qidwai, Boosted human-centric hybrid fuzzy classifier, in: 43rd Annual ACM South East Conference, 2005.

زیر نویس‌ها

-
- ¹ Felzenszwalb
 - ² Fischler
 - ³ robust
 - ⁴ edge detection
 - ⁵ segmentation
 - ⁶ shape matching
 - ⁷ Poggio
 - ⁸ classifier
 - ⁹ support vector maching (SVM)
 - ¹⁰ wavelet feature
 - ¹¹ Triggs
 - ¹² Geometrical model
 - ¹³ pictorial structure
 - ¹⁴ overall
 - ¹⁵ appearance
 - ¹⁶ Viola
 - ¹⁷ Haar like features
 - ¹⁸ represent
 - ¹⁹ false negative rate
 - ²⁰ if-then-else