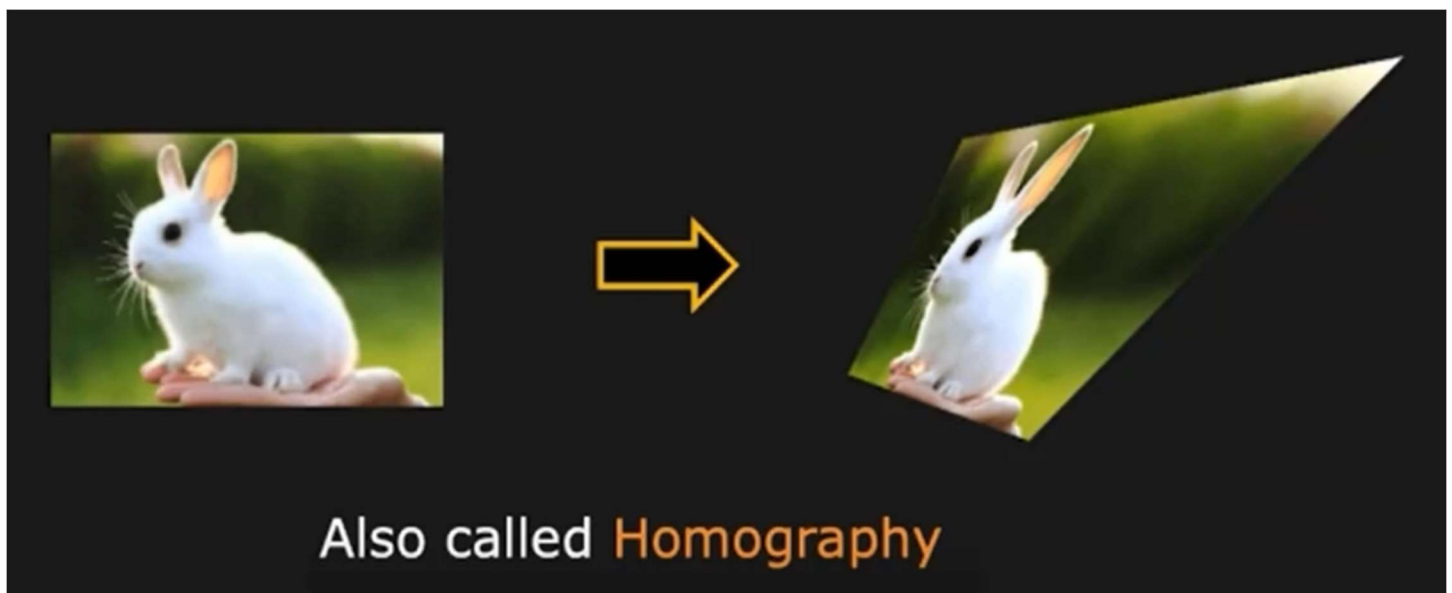


: Projective Transformation

تبدیل پرسپکتیو یا **Projective Transformation** یکی از ابزارهای مهم در پردازش تصویر و بینایی ماشین است که در کتابخانه **OpenCV** پیاده‌سازی شده است. این تبدیل امکان می‌دهد که یک تصویر را به گونه‌ای تغییر دهیم که انگار از زاویه یا دیدگاه متفاوتی به آن نگاه می‌کنیم. به عبارت دیگر، این تبدیل هندسی می‌تواند خطوط موازی را به صورت همگرا نمایش دهد، درست مانند اتفاقی که در دنیای واقعی هنگام دیدن یک جاده رخ می‌دهد. این ویژگی باعث می‌شود برای کاربردهایی مثل تصحیح زاویه‌ی دید (perspective correction) یا شبیه‌سازی نگاه دوربین از زاویه‌ای دیگر بسیار کاربردی باشد.

در **OpenCV**، برای انجام این تبدیل معمولاً از توابعی مثل `cv2.getPerspectiveTransform()` و `cv2.warpPerspective()` استفاده می‌شود. تابع اول یک ماتریس تبدیل 3×3 (Homography Matrix) را بر اساس چهار نقطه‌ی متناظر بین دو تصویر یا دو ناحیه محاسبه می‌کند. سپس با کمک این ماتریس و تابع دوم، تصویر اولیه به تصویر جدیدی نگاشته می‌شود. این ماتریس می‌تواند نقاط یک صفحه را به صورت دقیق روی صفحه‌ای دیگر نگاشت کند و امکان تغییر زاویه، مقیاس، و حتی اعوجاج ناشی از دیدگاه را فراهم آورد.

کاربردهای عملی این تبدیل در **OpenCV** بسیار گسترده‌اند. برای مثال، در سیستم‌های تشخیص خودکار پلاک خودرو، ابتدا تصویر پلاک که معمولاً با زاویه گرفته شده، با استفاده از **projective transformation** به یک مستطیل صاف و خوانا تبدیل می‌شود. همچنین در بینایی رباتیک، برای مسطح‌سازی تصاویر گرفته‌شده از دوربین‌های زاویه‌دار استفاده می‌شود تا الگوریتم‌ها راحت‌تر بتوانند با داده‌ها کار کنند. حتی در گرافیک کامپیوتری و واقعیت افزوده نیز این تبدیل برای قرار دادن اشیای مجازی در صحنه‌های واقعی به کار گرفته می‌شود.



:Four-Point Perspective Transform

تبدیل پرسپکتیو چهار نقطه‌ای (**Four-Point Perspective Transform**) یکی از مهم‌ترین روش‌های تغییر زاویه دید در پردازش تصویر است. ایده‌ی اصلی آن این است که با انتخاب **چهار نقطه متناظر** از تصویر مبدا و مقصد، می‌توان یک **ماتریس هموگرافی 3×3** به دست آورد که کل تصویر را به شکل دلخواه تغییر می‌دهد. این تبدیل برخلاف تبدیل آفین، قادر است اعوجاج پرسپکتیو را هم مدل کند، بنابراین خطوط موازی می‌توانند در تصویر تبدیل شده همگرا شوند. این ویژگی باعث می‌شود تصویر طوری به نظر برسد که از زاویه‌ی دیگری گرفته شده است.

در **OpenCV**، برای محاسبه‌ی این تبدیل از تابع `cv2.getPerspectiveTransform(src_points, dst_points)` استفاده می‌شود. ورودی این تابع، چهار نقطه‌ی مبدا (از تصویر اصلی) و چهار نقطه‌ی مقصد (که شکل نهایی را مشخص می‌کنند) است. خروجی این تابع یک ماتریس هموگرافی 3×3 است. سپس با کمک `cv2.warpPerspective(image, M, (width, height))` تصویر جدید ایجاد می‌شود. تفاوت این روش با آفین در این است که در آفین فقط سه نقطه کافی هستند و تغییرات ساده‌تری اعمال می‌شود، اما در پرسپکتیو برای ایجاد انعطاف کامل نیاز به چهار نقطه داریم.

کاربردهای تبدیل پرسپکتیو چهار نقطه‌ای بسیار گسترده‌اند. برای نمونه، در **تصحیح زاویه عکس اسناد و صفحات (Document Scanning)** استفاده می‌شود؛ جایی که می‌خواهیم یک عکس مایل از برگه را به یک مستطیل صاف و خوانا تبدیل کنیم. همچنین در **تشخیص پلاک خودرو** یا **بینایی رباتیک** برای هم‌تراز کردن اجسام استفاده می‌شود. حتی در زمینه‌هایی مانند **واقعیت افزوده (AR)**، این تبدیل کلید قرار دادن دقیق اشیای مجازی روی سطوح واقعی است. در واقع، این روش امکان می‌دهد هر چهارضلعی دلخواه را به یک مستطیل (یا بالعکس) تبدیل کنیم.

