

به نام خدا



عنوان بررسی :

تعقیب اتوماتیک حرکات لب و نقاط ویژه آن با استفاده از کانتور فعال

موضوع : مهندسی کنترل

تهیه کننده : احمد مرادی

استاد مربوطه : جناب آقای مهندس در فشان

نیم سال تحصیلی : ۹۲ - ۹۳

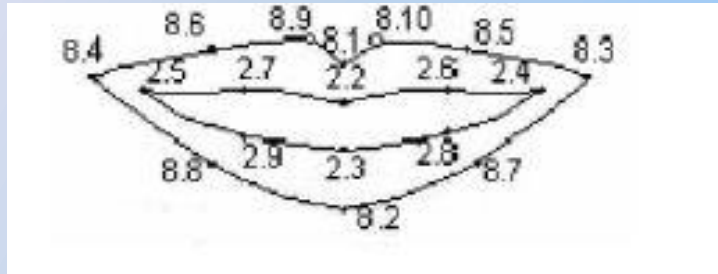
مقدمه :

لب ها یکی از ویژگی های چهره هستند که دارای فرم پذیری بالایی بوده و تشخیص و تعقیب حرکات آن ها در مواردی مانند انیمیشن چهره ، لب خوانی با پردازش تصویر ، تشخیص حالت های چهره و فشرده سازی برای انتقال ویدیویی کاربرد فراوانی دارد . در این مقاله روش جدیدی برای تشخیص اتوماتیک ناحیه دهان و لب ها روی چهره ارائه شده است .

با استفاده از معلوماتی که از تعدادی تصاویر در پایگاه داده به دست می آید ، ابتدا یک ناحیه تقریبی برای دهان در نظر گرفته شده وبعد با استفاده از لبه های قوی روی دهان این ناحیه اصلاح می گردد . سپس یک منحنی اولیه بسته فرم پذیر یا کانتور فعال (مار) در این ناحیه در نظر گرفته شده و با استفاده از چهار فاکتور انرژی و کمینه کردن انرژی کل برای نقاط کنترل کانتور ، شکل خارجی دهان و لب ها بدست می آید . در نهایت مختصات هندسی ویژگی های لب که در کاربردهای مختلف استفاده می شوند ، استخراج می گردند .

در روش ارائه شده محدودیت هایی مانند خیلی نزدیک بودن کانتور اولیه به لب های جسم مورد نظر که در اغلب روش هایی که از کانتور فعال استفاده می کنند وجود دارد ، اصلاح شده و با استفاده از انرژی بالون ، کانتور اولیه در دو مرحله لبه های قوی و ضعیف را با دقت قابل قبول استخراج می کند . تعقیب حرکات لب در فریم های متوالی با روش ارائه شده نیز نتایج قابل قبولی را ارائه می دهد .

به دلیل تحرک بالای ماهیچه های لب ها ، فرم پذیری آن ها بسیار بالا بوده و پیچیده ترین ویژگی چهره برای تعقیب شکل محسوب می شود . شکل ۱ نقاط ویژگی بیرونی و درونی لب ها را که در MPEG4 تعریف شده و به پارامتر های گروه ۲ و گروه ۸ معروف هستند را نشان می دهد .



تاریخچه :

۱ - روش کانتور فعال اولین بار توسط Kass و همکارانش معرفی شد . در این روش یک منحنی باز یا بسته با تعدادی نقاط کنترل نزدیک تصویر جسمی که می خواهیم شکل آن را استخراج کنیم در نظر گرفته می شود . برای فرم پذیری آن چند فاکتور انرژی در نظر گرفته شده و با کمینه کردن انرژی کل نقاط کنترل ، منحنی فرم لازم را بخود می گیرد . اغلب کارهای ارایه شده در زمینه تعقیب لب با کانتور، نیمه اتوماتیک و با فرض های اولیه بوده و کارهای کمی به صورت تمام اتوماتیک گزارش شده است .

۲ - Wang و همکارانش با استفاده از کانتور دینامیک احتمالاتی ، روشی مقاوم برای حرکات لب در تصاویر رنگی و فریم های متوالی ارائه کردند که از دقت مناسبی برخوردار بود . از ویژگی های روش ، مقاوم بودن در برابر نویز و سادگی به روز کردن پارامترهای مدل در فریم های متوالی را می توان نام برد .

۳- Eveno و هم کارانش ، با استفاده از کانتور فعال روشی نیمه اتوماتیک برای تعقیب لب در فریم های متوالی ارائه کردند . در اولین فریم با در نظر گرفتن نقاطی روی مرز لب بالا و استفاده از منحنی های درجه دو ، شکل کانتور اولیه به دست آمده و در فریم های بعدی تعقیب می گردد . از ویژگی های روش ارائه شده توسط ایشان ، می توان دقت مناسب در فریم های ولانی را نام برد

۴- Wu و همکارانش با استفاده از ترکیب کانتور فعال و مدل الگوی سهمی به عنوان پارامتری خارجی برای نقاط کنترل ، شکل خارجی و داخلی لب ها و پارامتر های گروه ۲ و ۸ را با دقت نسبتا خوبی استخراج کردند .

برای تعیین ناحیه لب ها از یک الگو جهت تعیین محل بینی استفاده کرده و سپس ناحیه دهان را آشکار می کردند . ولی روش ایشان قابلیت تعقیب جزئیات لب ها را نداشته و شکل داخلی و خارجی لب ها را به صورت تقریبا دو سهمی استخراج می کرد

* محققان با استفاده از تعقیب سه نقطه ویژگی روی دهان و با فرض تقارن حرکات دهان ، مدلی برای تعقیب و انیمیشن لب را ارائه دادند .

* یک مدل فرم پذیر بر اساس کانتور فعال با چهار نوع انرژی برای نقاط کنترل در نظر گرفته شده است . با ترکیب مناسب این انرژی ها و کمینه کردن آن در دو مرحله ، برای استخراج لبه های قوی و ضعیف ، شکل بیرونی دهان و لب ها و پارامترهای گروه ۸ استخراج می گردند .

مدل فرم پذیر لبه های خارجی دهان با کانتور فعال

به دلیل شباهت حرکت کانتور به خزش مار ، آن ها این مدل را مار نامیدند . کانتور فعال را می توان مجموعی از n نقطه در صفحه تصویر فرض کرد .

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

$$v_i = (x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$$

برای هر نقطه در همسایگی نقطه کنترل v_i رابطه انرژی را به صورت زیر می توان در نظر گرفت .

که $E_{int}(v_i)$ تابع انرژی است که به شکل کانتور بستگی داشته و $E_{ext}(v_i)$ به خواص تصویر مانند گرادیان در نزدیک نقطه v_i بستگی دارد .

$$E_i = E_{int}(v_i) + E_{ext}(v_i)$$

انرژی داخلی :

انرژی داخلی سعی در تغییر شکل یا حرکات کانتور در غیاب انرژی خارجی دارد . یکی از اهداف این انرژی کنترل هموار بودن منحنی و تطابق بهتر آن با مرز جسم مورد نظر است .

$$E_{int}(v_i) = cE_{con}(v_i) + bE_{bal}(v_i)$$

$E_{con}(V_i)$ انرژی پیوستگی ، $E_{bal}(V_i)$ انرژی بالون و ضرایب b و c وزن های نسبی این فاکتورهای انرژی هستند .

انرژی پیوستگی :

در غیاب سایر انرژی ها ، انرژی پیوستگی باعث تبدیل منحنی بسته به دایره و منحنی باز به خط راست می گردد . هر مولفه انرژی در ماتریس $E_{con}(V_i)$ که متناظر با انرژی نقاط همسایگی برای نقطه کنترل V_i هستند ، به صورت زیر تعریف می گردد :

$$e_{jk}(v_i) = \frac{1}{I(V)} \left\| p_{jk}(v_i) - 0.5(v_{i-1} + v_{i+1}) \right\|^2$$

انرژی بالون :

انرژی بالون می تواند باعث انقباض یا انبساط یک منحنی بسته گردد . این انرژی از اهمیت زیادی در نزدیک شدن به مرزهای جسم مورد نظر دارد و با کنترل مناسب این انرژی ، می توان با تقریب اولیه نامناسب برای کانتور اولیه نیز به نتایج مطلوبی رسید . علامت ضریب این انرژی ، انبساط و انقباض منحنی را تعیین می کند . در این مقاله با کنترل این انرژی در دو مرحله ، لبه های بالایی و پایینی دهان آشکار می گردد .

$$e_{jk}(v_i) = n_i \bullet (v_i - p_{jk}(v_i))$$

انرژی خارجی :

انرژی خارجی به تصویر ورودی بستگی دارد و باعث می گردد تا کانتور به ویژگی هایی از تصویر مانند مرز جسم مورد نظر جذب گردد. در این مقاله از دو نیروی خارجی استفاده شده است ، انرژی شدت نور تصویر و انرژی گرادیان تصویر.

$$E_{ext}(v_i) = mE_{img}(v_i) + gE_{grad}(v_i)$$

$E_{img}(V_i)$ انرژی تصویر یا شدت نور تصویر بوده و بر حسب علامت آن باعث کشیده شدن کانتور به سمت شدت نور بالا یا پایین می گردد . $E_{grad}(V_i)$ انرژی گرادیان تصویر بوده و کانتور را به سمت گرادیان بالا یا لبه های تصویر هدایت می کند .

انرژی شدت نور :

یعنی هر مولفه متناظر با شدت روشنایی نقطه متناظرش در تصویر ورودی است . با توجه به علامت ضریب m کانتور جذب نقاط با شدت نور بالا یا پایین خواهد شد .

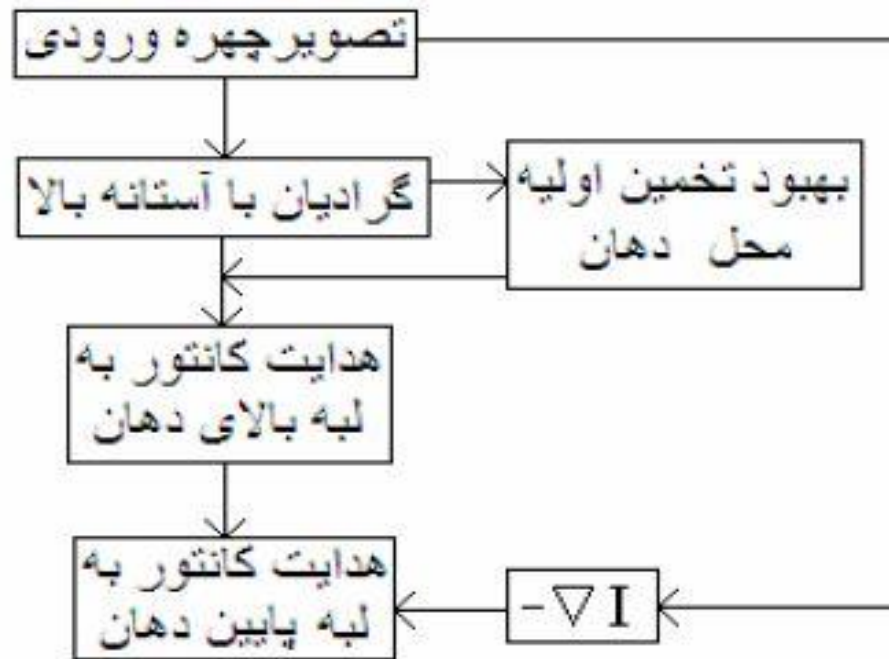
انرژی گرادیان تصویر :

این انرژی باعث جذب کانتور به لبه های مورد نظر در تصویر می گردد . هرمولفه انرژی در ماتریس $E_{\text{grad}}(V_i)$ به صورت زیر تعریف می گردد :

$$e_{jk}(v_i) = -|\nabla I(p_{jk}(v_i))|$$

تعیین لبه های بالا و پایین دهان :

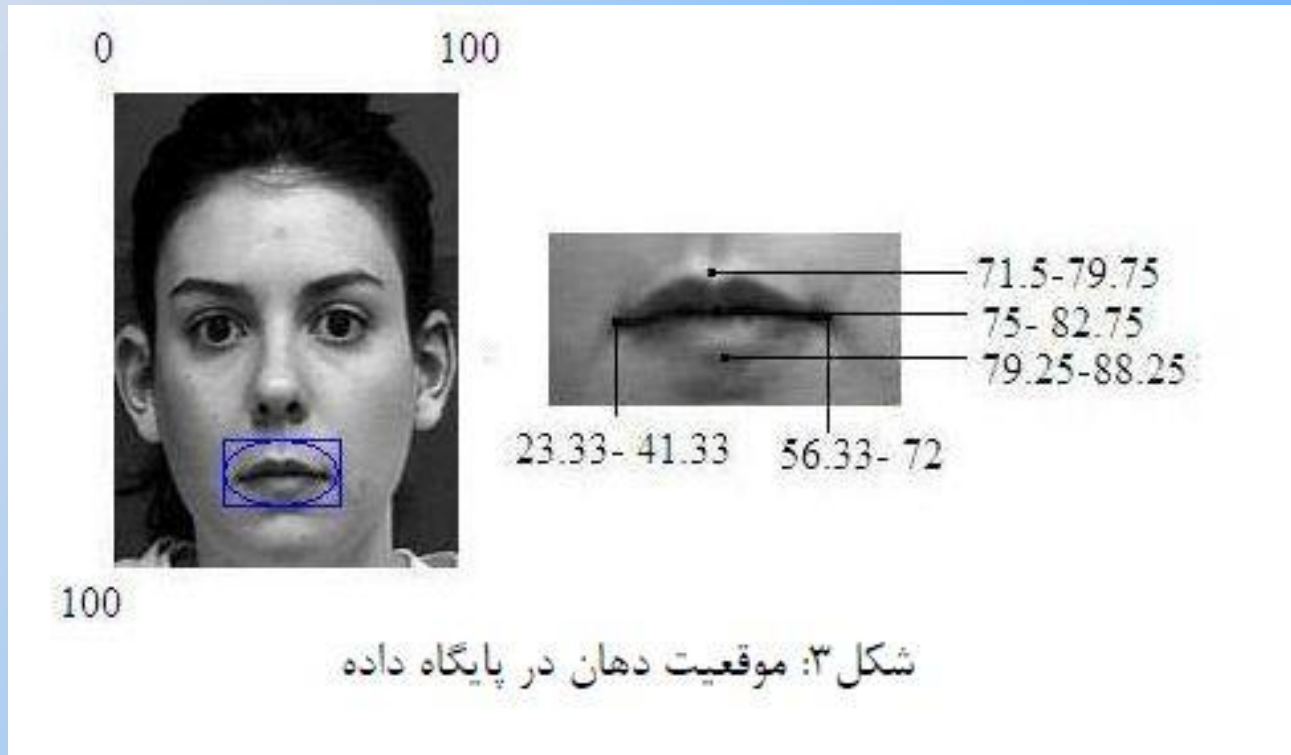
شکل زیر مراحل الگوریتم پیشنهادی را نشان می دهد . بر اساس معلوماتی که از پایگاه داده به دست می آید ، ابتدا یک تخمین اولیه برای موقعیت دهان در نظر گرفته می شود .



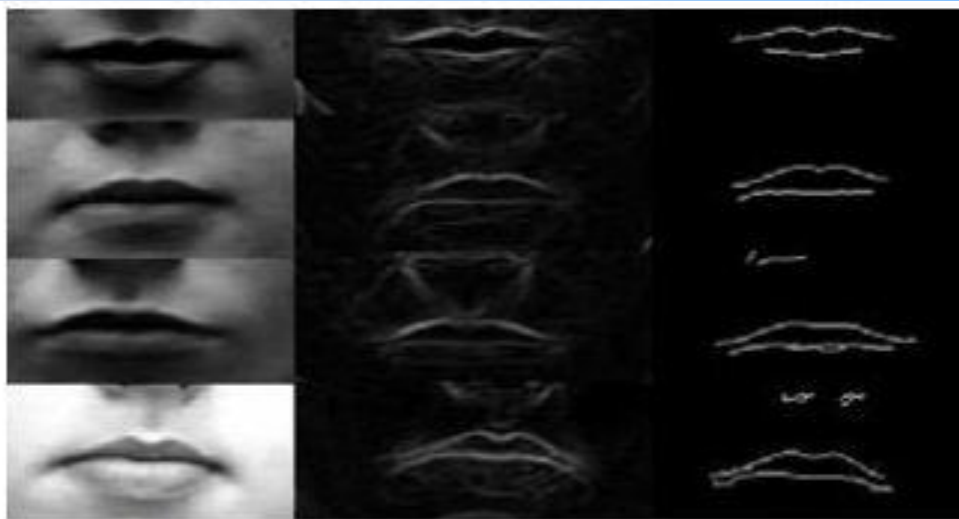
شکل ۲: الگوریتم دو مرحله‌ای برای تعیین لبه‌های بالا و پایین دهان

تخمین اولیه محل دهان و اصلاح آن :

برای تعیین محل تخمینی دهان روی تصویر چهره ، از روش مبتنی بر اطلاعات استفاده شده است . بر اساس اطلاعاتی که از روی ۹۶ چهره در پایگاه داده مورد استفاده به دست آمد ، بر اساس محدوده عرض ، ارتفاع و موقعیت چهار نقطه مربوط به گوشه های چپ و راست و بالا و پایین دهان ، یک مربع در محدوده دهان قرار داده می شود و شکل زیر نتایج به دست آمده از پایگاه داده را نمایش می دهد .



بر اساس تحقق انجام شده مربع تخمین اولیه به طول ۵۵ درصد (۲۰ تا ۷۵ درصد افقی) و عرض ۲۵ درصد (۶۷ تا ۹۲ درصد عمودی) در ۹۴ درصد مواقع ناحیه دهان را به درستی آشکار کرده و در ۶ درصد با ناحیه بینی تداخل پیدا می کند. به منظور اصلاح این تخمین اولیه ، یک آشکار ساز لبه به روش Canny با آستانه بالا در ناحیه پایین تصویر اعمال می گردد .



الف

ب

ج

شکل ۴: الف- تصویر اصلی ب-قدر مطلق گرادیان ج- لبه به روش

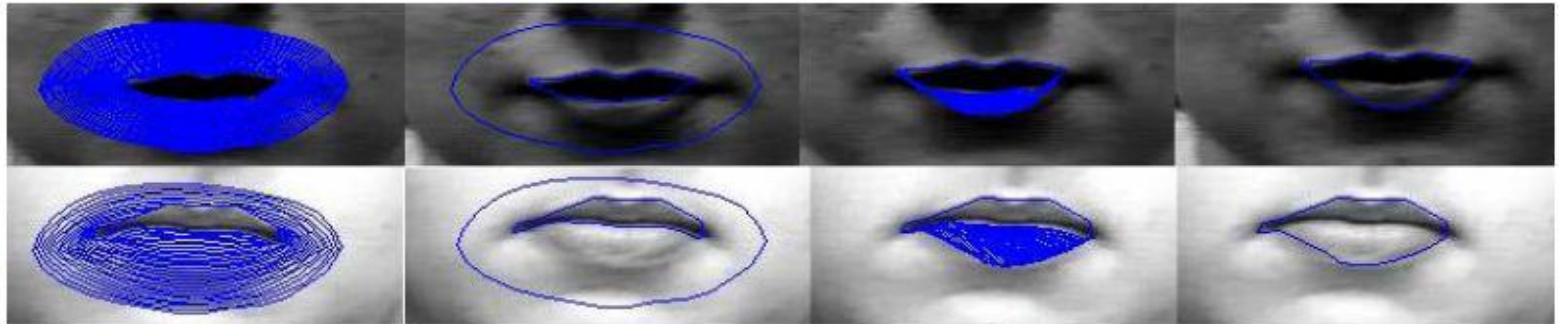
Canny با آستانه ۰/۲

با توجه به شکل فوق می توان در ناحیه تخمین اولیه لبه های مربوط به دهان را استخراج کرده و بر اساس اطلاعات به دست آمده از پایگاه داده تخمین اولیه را بهبود بخشید .

استخراج دو مرحله ای لبه های بالا و پایین دهان :

حال که محدوده دهان مشخص شده است ، در تصویر لبه با آستانه بالا می توان لبه های بالا را آشکار کرد. داخل کادر به دست آمده یک کانتور اولیه با ۲۸ نقطه در نظر می گیریم .

در مرحله دوم ، موقعیت کانتور در انتهای مرحله اول به عنوان کانتور اولیه در نظر گرفته شده و انرژی بالون به منظور ایجاد انبساط به سمت لبه های پایین مثبت در نظر گرفته می شود . در این مرحله ۱۴ نقطه کنترل مربوط به لبه های بالا ثابت نگه داشته شده و فقط ۱۴ نقطه پایینی حرکت داده می شوند . ضرایب انرژی ها نیز برای قفل شدن روی لبه ضعیفتر پایین تعیین می گردد . نتایج مرحله اول و دوم ضرایب استفاده شده در شکل ۵ نشان داده شده است .



الف

ب

ج

د

شکل ۵: نتایج دو مرحله تعقیب برای دو تصویر الف- انقباض کانتور اولیه و قفل روی لبه های بالا، ضرایب: $c=0.6, b=-0.5, m=-0.5, g=3$
کانتور اولیه و نهایی (کانتور اولیه برای مرحله دوم) در پایان مرحله اول ج- انبساط ۱۴ نقطه کنترل پایینی و ثابت ماندن نقاط بالایی، ضرایب: $c=1, b=1.5, m=-1, g=6$ د- کانتور نهایی

روش دومرحله ای استفاده شده نتایج قابل قبولی در آزمایش نشان داد . به دلیل ضعیف تر بودن لبه های پایین ، استفاده از ضرایب یکسان در دو مرحله این احتمال را بوجود می آورد که در مرحله انبساط ، کانتور این لبه را رد کند . شکل ۶ این حالت را نشان می دهد . استفاده از ضرایب یکسان باعث عبور کانتور از لبه ضعیف پایین و جذب آن به لبه قوی تر اطراف چانه شده است .

ارزیابی الگوریتم :

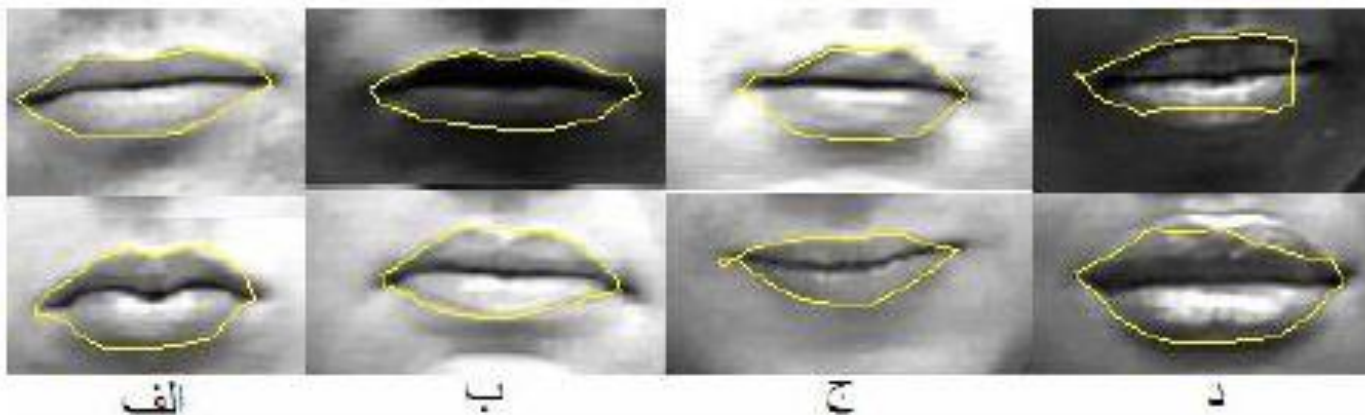
الگوریتم روی پایگاه داده Cohn-Kanade و روی ۹۶ چهره این پایگاه داده مرود ارزیابی قرار گرفت . این پایگاه داده شامل فریم های تصویری برای حالت های مختلف چهره و دهان بوده و در شرایط مختلف نوردی تصویربرداری شده و افراد از نژادهای مختلف انتخاب شده اند . به دلیل این خواص استاندارد در بسایری از کارهای مشابه این پایگاه داده استفاده می گردد (۹) . نتایج تعقیب به چهار گروه تقسیم بندی شده است ، عالی (۴) ، خوب (۳) ، متوسط (۲) و ضعیف (۱) . شکل ۸ و جدول ۱ این نتایج را نشان می دهند .

| عنوان | عالی = ۴ | خوب = ۳ | متوسط = ۲ | ضعیف = ۱ | میانگین |
|-------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| تعداد | ۴۶ | ۳۲ | ۱۰ | ۸ | ۳,۲۱ |

نتایج ارزیابی :

نتیجه گیری :

از ویژگی های روش می توان به اتوماتیک بودن استخراج مشخصات لب ، مقاوم بودن آن به تغییرات شدت بالا و پایین به دلیل استخراج هریک در مراحل جداگانه و نیز عدم نیاز به نزدیک بودن کانتور اولیه به لبه های استخراج شده نام برد .



شکل ۸- دسته بندی نتایج الف- عالی ب- خوب ج- متوسط د- ضعیف

با تشکر از مسن توجه شما

تهیه کننده : احمد مرادی