



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : مخابرات

عنوان:

تشخیص الگوی حالات دست با استفاده از پردازش تصویر (به وسیله کی کتابخانه EmguCV) زنجان و دانشکده مهندسی

استاد راهنما : دکتر ابوالفضل جلیوند

نگارش : سید محمد علی موسوی

اردیبهشت 94



ضمن سپاس و ستایش به درگاه ایزد منان که به من توانایی داد که با استعانت از او بتوانم این پژوهش را انجام دهم، بر خود لازم می بینم از دلگرمی و تشویق اساتید و دوستان که در نگارش این مجموعه مرا یاری نمودند، قدردانی نمایم :

از زحمات بی دریغ استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر ابوالفضل جلیلود که در طول نگارش این مجموعه

با راهنمایی های عالمانه و بجایشان، سکاندار شایسته ای در هدایت این پایان نامه بوده اند.

پدرو مادر عزیزم، که زحمات بی دریغ و بی منت شان را بر من ارزانی داشتند .

و سرانجام از تمامی اساتیدی که در این دوره ، از آموزه هایشان بهره برده ام ، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

باشد که خدای آنچه را که در خور و شایسته ی قدردانی از این عزیزان هست ، به آنان ببخشد .



## چکیده

در دنیای امروز که HCI (Human Computer Interface) ها روز به روز به سویی حرکت میکنند که کار را برای کاربران راحتتر کنند، کم کم ابزار ارتباط کاربران با رایانه ها از شکل سنتی خود خارج شده و از صفحه کلید و موس به سوی تکنولوژی هایی چون صفحات لمسی با امکان تشخیص یک یا حتی چند لمس همزمان، اپلیکشن های حساس به الگوی حرکت وسایل الکترونیکی در دستان کاربر و برنامه هایی برای صدور دستورات صوتی از جانب کاربر، حرکت میکند. HCI ها روز به روز به طبیعت انسانها برای برقراری ارتباط نزدیک و نزدیکتر میشوند و قطعاً یکی از راههای موثر ارتباطی با رایانه ها صدور فرمان با دست خواهد بود، اما ترجیح ما در این روش بر عدم تماس دست با نمایشگر است چرا که شاید اصلاً نمایشگری موجود نباشد و نخواهیم با تصاویر هولوگرافیک یا پروژکتوری کار کنیم.

ابزار کارمان برای پیاده سازی کدها نرم افزار **Visual Studio 2010** میباشد. و از کتابخانه های **OpenCV** و **EmguCV** بهره خواهیم برد.

در این مقاله برآنیم تا روشی را به وسیله پردازش تصویر و توسط وبکم های موجود بر روی خود کامپیوترها پیاده سازی کنیم که البته با متدهای دیگر بسیار متفاوت خواهد بود و همچون دیگر متدها سعی نخواهد شد که تنها یک الگوی تطبیقی از دست را با الگوهای موجود قبلی مقایسه کنیم و سپس برای صدور فرمان تصمیم بگیریم، بلکه مشخصه های مهم دست همچون مکان نوک انگشتان و نقطه ی مرکزی کف دست را لحظه به لحظه از تصویر استخراج خواهیم نمود و داد وستدی همزمان (**Real-Time**) بین سیستم و الگوی دستهای ما برقرار خواهد بود. الگوریتم پیاده شده چون بر مبنای تشخیص انحنای موجود در تصویر میباشد، حتی قادر خواهد بود در صورت داخل شدن قسمت های دیگر دست، منجمله قسمت جلویی ساق دست، در تصویر، علیرغم استفاده از فیلترهای رنگ، نقطه مرکزی کف دست را با دقت بسیار بالایی تشخیص داده و عکس العمل مناسبی نشان دهد.

**واژه های کلیدی:** HCI، تشخیص الگو، تشخیص انحنای دست، تشخیص نوک انگشتان، تشخیص کف دست، نقطه مرکزی کف دست، بینایی ماشین، **Real-Time**.

## فهرست مطالب

چکیده ----- ۵

### فصل اول : دیباچه

1-1: مقدمه ----- 1

2-1: شرح مختصری از کارکرد سیستم ----- 2

### فصل دوم : کارهای مرتبط و مشابه

1-2: روش آقای H.C. XU ----- 3

2-2: روش آقایان ANAGNOSTOPOULOS و PNEVMATIKAKIS ----- 4

2-3: روش آقای G. AMAYEH ET AL ----- 5

2-4: روش FUJIKI و ARITA ----- 6

2-5: روش آقای CHANG ----- 7

2-6: روش آقایان XIAOMING YINA و MING XI ----- 8

### فصل سوم : معرفی محیط VISUAL STUDIO و کتابخانه های پردازش تصویر

3-1: معرفی محیط و نرم افزار VISUAL STUDIO ----- 10

3-2: بینایی ماشین چیست ؟ ----- 14

3-3: OPENCV چیست ؟ ----- 19

3-4: EMGUCV چیست ؟ ----- 23

3-4-1: مزایای EmguCV ----- 25

3-4-2: بررسی اجمالی معماری EmguCV ----- 26

## فصل چهارم : نصب کتابخانه ها روی ویژوال استودیو

1-4: نصب کتابخانه *OPENCV* :----- 28

2-4: نصب کتابخانه *EMGUCV* :----- 29

1-2-4: پیکر بندی ویژوال استودیو برای استفاده از کتابخانه *EmguCV* ----- 32

## فصل پنجم : تشریح کد ، متد ها و الگوریتم ها

1-5: ساختار و بدنه کلی کد ها در سی شارپ *#C* ----- 37

2-5: بررسی فیلترهای رنگی مورد استفاده و تشریح زیر برنامه ی مربوط به آن ----- 38

1-2-5: فضای رنگ *HSV* ----- 39

2-2-5: فضای رنگ (یا ، انکو دینگ تصاویر به روش ) *YCC* ----- 41

2-5:3: کد تعیین کلاس عمومی برای دریافت آرگومان ها ----- 44

2-5:4: کد تعریف فرمت ورودی ها برای تشخیص پوست با *HSV* ----- 47

2-5:5: کد تعریف فرمت ورودی ها برای تشخیص پوست با *YCC* ----- 48

2-5:6: کد نهایی تشخیص پوست با *YCC* ----- 49

3-5: بررسی کد نهایی برآورد حالات دست ----- 52

1-3-5: پوش محدب (*Convex hull*) ----- 52

2-3-5: الگوریتم تشخیص حالت دست (*Convexity Defect*) ----- 58

3-3-5: بیان اجمالی و آوردن کد نهایی ----- 64

## فصل ششم : جمع بندی

1-6: نمایش چند نمونه از خروجی های برنامه ----- 69

2-6: نتیجه گیری ----- 72

3-6: کارهای قابل پیگیری در آینده ----- 73

فهرست مراجع: ----- 74



## فهرست شکل ها

### فصل ۱

شکل ۱-۱: فلوجارت مراحل ورود و پردازش عکس تا مرحله خروجی..... ۲

### فصل ۲

شکل ۱-۲: نوعی دستکش خاص با لامپهای کوچک LED برای تشخیص نوک انگشتان..... ۳

شکل ۲-۲: ضربدر قرمز بیانگر نقطه با بیشترین فاصله است..... ۴

شکل ۲-۳: تخمین نقطه مرکزی کف دست با استفاده از مرز تصویر..... ۴

شکل ۲-۴: (A) باینری (B) بزرگترین دایره (C) حذف ساق (D-G) تقسیم بندی کف و انگشت..... ۵

شکل ۲-۵: نمودار هیستوگرام، تعداد پیکسل های به رنگ پوست است که در جهت محور X..... ۶

شکل ۲-۶: محدوده ای که قرار است در آن جستجو کنیم..... ۷

شکل ۲-۷: حذف قسمت های پایین از مچ..... ۷

شکل ۲-۸: جدا کردن کف دست..... ۸

شکل ۲-۹: (A) نقاط مشخصه (B) نمودار شاخه..... ۹

### فصل ۳

شکل ۱-۳: باز کردن یک پروژه جدید در ویژوال استودیو..... ۱۲

شکل ۲-۳: دو اپلیکشن WINDOWS FORMS و CONSOLE در تصویر بالا مورد کاربرد ما هستند..... ۱۳

شکل ۲-۳: برای یک کامپیوتر، آینه بغل ماشین تنها شبکه ای از اعداد است..... ۱۵

شکل ۲-۴: طبیعت معیوب بینایی..... ۱۶

شکل ۲-۵: نمودار زمانی OPENCV..... ۲۳

شکل ۲-۷: گراف نشان دهنده معماری کتابخانه EMGUCV..... ۲۷





۵۷-۱۲: نمونه‌ای از فرایند اجرای الگوریتم JARVIS'S MARCH .....  
 ۵۸-۱۳: نواحی زرد رنگ نشاندهنده CONVEXITY DEFECT است .....  
 ۵۹-۱۴: نقاط شروع و پایان CONVEXITY DEFECT .....  
 ۵۹-۱۵: ناحیه ی CONVEXITY DEFECT .....  
 ۶۰-۱۶: در شکل سه ناحیه CONVEXITY DEFECT وجود دارد .....  
 ۶۰-۱۷: نقطه ی عمیق ناحیه ی CONVEXITY DEFECT .....  
 ۶۱-۱۸: CONTOUR: های تصویر دست .....  
 ۶۱-۱۹: CONVEX HULL: های تصویر دست .....  
 ۶۲-۲۰: CONVEXITY DEFECT برای تصویر دست .....  
 ۶۲-۲۱: (A) نقاط زرد رنگ نشان دهنده ی DEPTH POINT ها هستند .....  
 ۶۳-۲۱: (B) نقاط زرد رنگ نشان دهنده ی DEPTH POINT ها هستند .....  
 ۶۳-۲۱: (C) نقاط زرد رنگ نشان دهنده ی DEPTH POINT ها هستند .....  
**فصل ۶**  
 ۶۹-۷۲: شش عکس از خروجی برنامه .....  
 ط

## فصل اول: دیباچه

### ۱-۱: مقدمه

در سال های اخیر، با گستردگی و تنوع بیشتر و بیشتر در <sup>1</sup> HCI ها ، دستگاه های دیجیتال امروزه تبدیل به بسیاری از انواع مختلف مانند ، تلفن های هوشمند و کامپیوتر های فعلی شده اند . آنها شیوه ی مردم در چگونگی استفاده از کامپیوترها را بکلی تغییر داده اند. همچنین ظهور ابزار هایی مانند میکروسافت کینکت و <sup>2</sup> Wii تعریف جدیدی از تولید رابطهای کاربری به ما ارائه داده اند. دستگاه های ورودی سنتی مانند صفحه کلید و ماوس به مرور در حال جایگزین شدن با این ابزار می باشند.

در آینده ، کامپیوتره فقط کامپیوتر نخواهند بود، بلکه بسیاری از ابزارهای روزمره که ما با آنها سر و کار داریم ، مانند اتومبیل ها ، تلویزیون ها و حتی ابزارهای اتاق خواب و آشپزخانه و... با کامپیوترها مجتمع خواهند شد و ارتقا خواهند یافت . با جهی اینچنین در ماشینهای اطراف مان ، قطعاً ما به انواع مختلفی از HCI ها نیاز پیدا خواهیم کرد تا با این ماشینها هماهنگ باشند. و قطعاً یکی از محبوب ترین و کار آمد ترین این رابط ها استفاده از اشارات دست برای صدور فرمان است. و این یکی از بهترین ابزارهای بصری در اختیار انسانها برای برقراری ارتباط با بدنهایشان است.

وقتی از اشارات دست به عنوان فرمان استفاده کنیم بسیاری از استفاده هایمان تسهیل خواهد شد . این سیستم فرمان قابل استفاده برای کنترل کردن هر ابزاری در خانه که با شما فاصله داشته باشد مناسب است و میتواند فاصله بین سیستم و کاربر را بی اهمیت کند و. همچنین در دانشگاهها و مدارس که نیاز به صفحه نمایشهای بزرگ هست ولی هزینه زیادی برای لمسی کردن این صفحات بزرگ وجود دارد میتوان از این روش جایگزین استفاده نمود تا توانایی کنترل صفحه توسط ارائه دهنده بسیار بالا برود، حتی علیرغم دوری از سیستم شخصی اش. قطعاً در آینده کاربردهای بسیار زیادتری پیدا خواهد شد و اهمیت این روش را آشکارتر خواهد نمود.

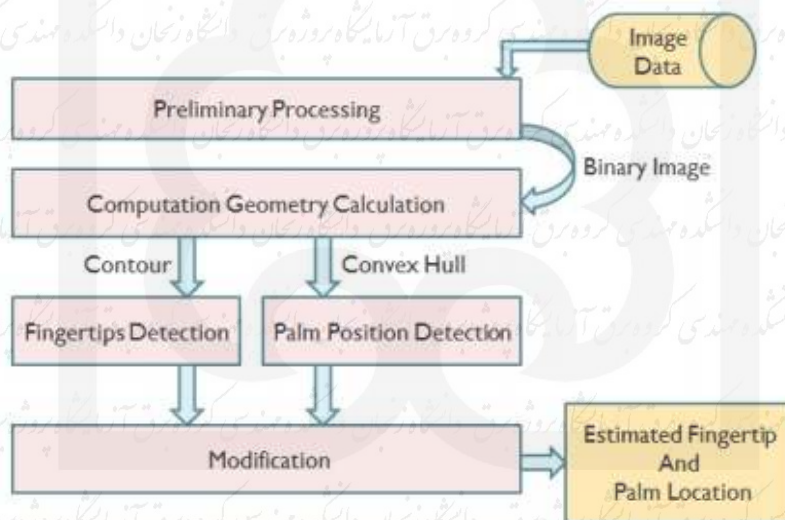
<sup>1</sup> Human Computer Interface

<sup>2</sup> Is a home video game console handheld pointing device and which detects movement



## ۲-۱: شرح مختصری از کارکرد سیستم

سیستم طراحی شده و محاسباتش بر مبنای "مرزهای تصویر دست" 3" و قسمت جلویی ساق دست می باشد. در این سیستم فرض بر این است که مرز های ورودی تصویر مربوط به تصویر دست و قسمت جلویی ساق دست می باشد. هیچ عملی به طور مستقیم برای تشخیص دست و ساق دست انجام نمی گیرد بلکه تصویر اصلی ورودی ما یک تصویر RGB 4 رنگی است که توسط وبکم گرفته شده است. ما ابتدا یک پردازش اولیه برای ایجاد تصویر باینری انجام می دهیم که اطلاعات لازم از مرزهای دست را مهیا می کند. تصویر باینری ایجاد شده برای محاسبه "مرز های تصویر" و همچنین "پوش محدب در مرزهای تصویر" 5" به کار می رود. در همان ابتدا، مکان کف دست با استفاده از اطلاعاتی که به وسیله "تحدب قشری در مرزهای تصویر" استخراج می کنیم قابل تخمین است و مکان نوک انگشتان دست نیز از "مرزهای تصویر دست" قابل تشخیص خواهند بود. سپس سیستم یک سری اصلاحات بر روی برآوردهای اولیه انجام خواهد داد تا نتایج دقیقتر گردند. هزینه محاسباتی این سیستم بسیار پایین است، چرا که تنها از الگوریتم های محاسبات هندسی استفاده شده؛ و هیچ نیازی به اعمال توابع کلاس بندی نداریم و همچنین از دیتابیس های آموزش دیده نیز بی نیازیم.



شکل 1-1: فلوچارت مراحل ورود و پردازش عکس تا مرحله خروجی

<sup>3</sup> Contour of hand

<sup>4</sup> Red-Green-Blue

<sup>5</sup> convex hull of the contour

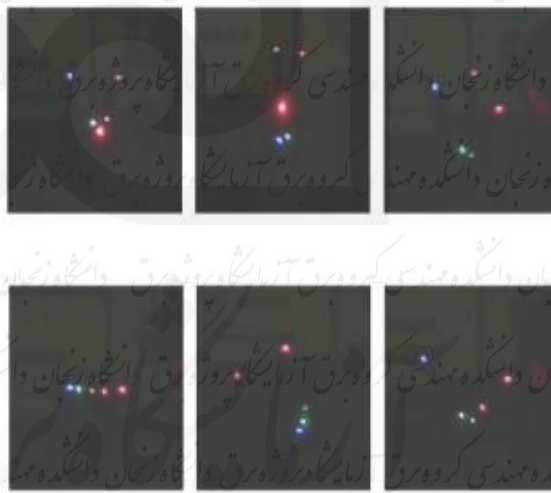


## فصل دوم: کارهای مرتبط و مشابه

همانگونه که اشاره شد استفاده از رابط کاربری که با اشارات دست کار کند بسیار کاربردی می باشد از این روی جای تعجب ندارد که کارها و پروژه های زیادی با این عنوان تحقق پذیرند. در این مجال ما به چند نمونه از این

### ۱-۲: روش آقای H.C. Xu:

در این روش سیستم نوک انگشتان را به وسیله ی پوشیدن نوعی دستکش خاص توسط کاربر شناسایی میکند. این دستکش خاص بر نوک انگشتانش لامپهای کوچک LED در رنگهای مختلف وجود دارند و برای اینکه سیستم قادر باشد نوک انگشتان کاربر را تشخیص دهد، کاربر حتما باید در محیطی تاریک قرار گیرد.



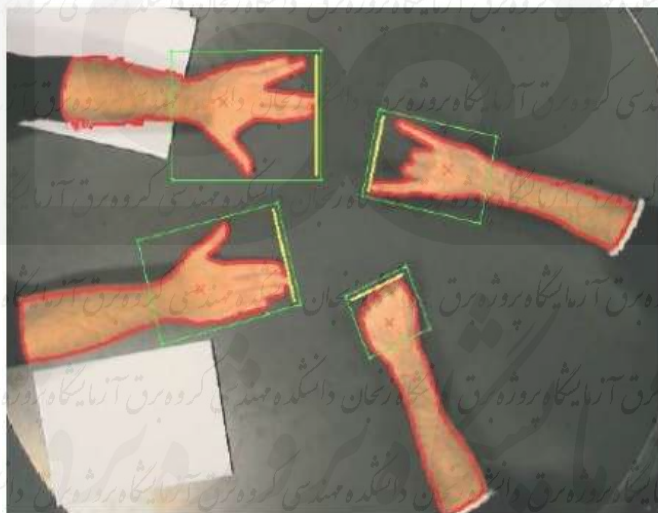
شکل 2-1 نوعی دستکش خاص با لامپهای کوچک LED برای تشخیص نوک انگشتان

## ۲-۲: روش آقایان Pnevmatikakis و Anagnostopoulos:

برای محاسبه نقطه مرکزی کف دست ابتدا با استفاده از فیلتر رنگ نقاطی را که همه هم‌رنگ هستند و به رنگ پوست دست کاربر هستند را شناسایی میکند، همچنین مرز تصویر را نیز با استفاده از یک تابع مشتق گیر محاسبه میکند. حال برای تک تک نقاط شناسایی شده به عنوان دست، کوتاهترین فاصله از مرز تصویر را بدست می‌آورد و آن را در متغییری مانند  $x_n$  ذخیره میکند. (که  $n$  تعداد تمام نقاط شناخته شده به عنوان پوست دست هستند). سپس ماکزیمم این  $x_n$  ها را (که در واقع همان ماکزیمم فاصله ی ممکن یک نقطه از نزدیکترین مرز می‌باشد) به عنوان نقطه مرکزی کف دست انتخاب میکند.



شکل 2-2: ضربدر قرمز بیانگر نقطه با بیشترین فاصله است

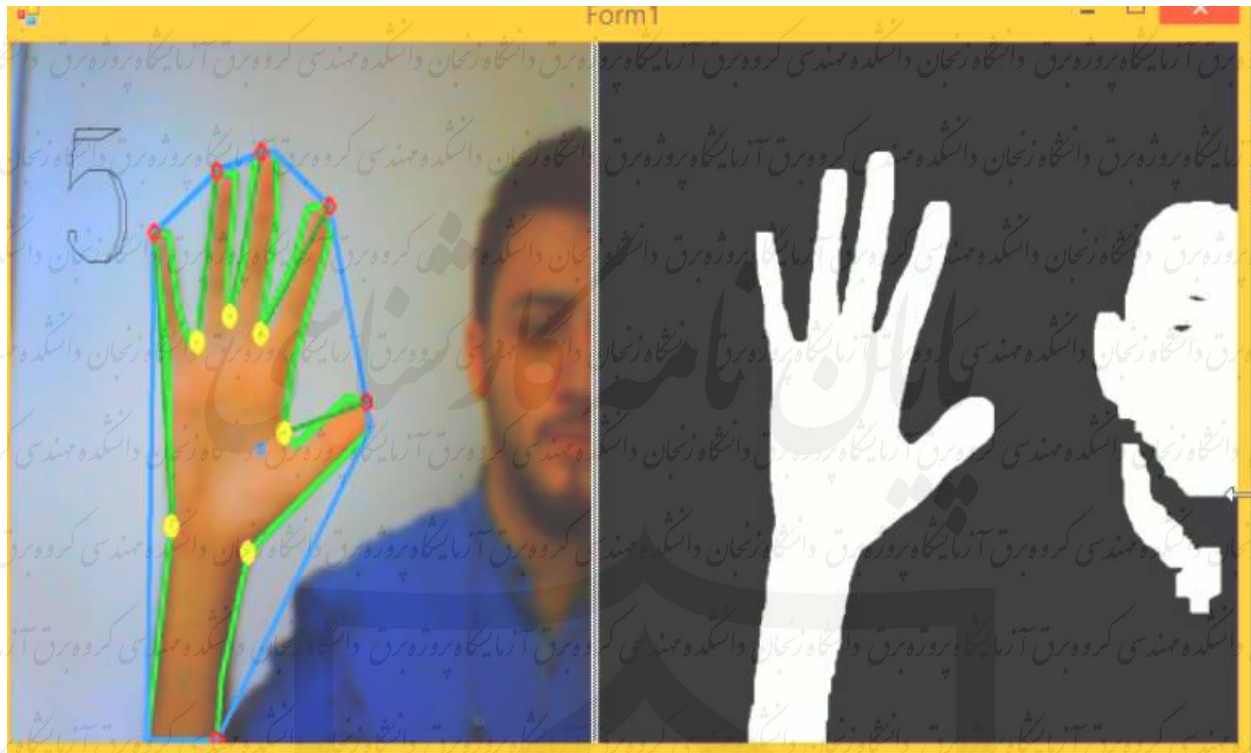


شکل 2-3: تخمین نقطه مرکزی کف دست با استفاده از مرز تصویر

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.





بدیهی است تعداد حالات دیگری نیز برای نمایش اعداد وجود دارند که من در این مجال تنها به همین 6 خروجی برنامه بسنده می کنم. در دیسک پیوست ، فیلم اجرای برنامه در حالات مختلف موجود می باشد و سورس اصلی برنامه نیز پیوست گشته است.

## ۲-۶: نتیجه گیری

در این سیستم ، ما می توانیم یک سیستم دقیق بر مبنای مرزهای تصویر ، برای تخمین موقعیت نوک انگشتان و کف دست داشته باشیم. قسمت جلویی ساق دست می تواند جزئی از تصویر مورد پردازش باشد و سیستم قادر است پاسخ قابل قبولی نسبت به جابجایی و چرخش دست ارائه دهد. ما ابتدا یک تصویر رنگی را توسط وبکم فراهم آوردیم و سپس فضای رنگ آن را  $rgb$  به فضای رنگ  $Ycc$  انتقال دادیم که دارای سه کانال  $Y$  (لوما) ،  $Cr$  (کرومای قرمز) و  $Cb$  (کرومای آبی) میباشد. سپس محدوده هریک از این سه کانال را برای رنگ پوست دست در برنامه تعریف کردیم. کار بعدی فراهم آوردن یک تصویر باینری (سیاه و سفید) بر مبنای همین تعریف رنگ مد نظر برای پوست بود. دو عملیات مورفولوژیکی شامل فرسایش ( $Erosion$ ) و اتساع ( $Dilation$ ) بر

روی تصویر پردازش شده انجام گرفت، عمل فرسایش برای از بین بردن نویز تصویر و عمل اتساع جهت صاف کردن کرانه‌های تصویر بکار رفتند. وقتی تصویر مناسب برای پردازش ایجاد گردید ما با دستورات کتابخانه EmguCV سعی در پیدا کردن مرز در تصویر نمودیم. ممکن است یک یا چند مرز در تصویر تشخیص داده شوند، که ما بزرگترینشان را به عنوان مرز مورد نظرمان برای دست انتخاب نمودیم. وقتی که مرزهای تصویر دست مشخص گردید، ما نیاز داشتیم که پوش محدب آن را محاسبه نماییم. از الگوریتم پیمایش گراهام برای این کار استفاده کردیم. سپس مرز (Contour) و پوش محدب (Convex Hull) را با هم مقایسه نمودیم تا همه‌ی Convexity Defect ها را بیابیم. در یک Convexity Defect، نقطه‌ای از مرز را که بیشترین فاصله را از پوش محدب داشت، نقطه‌ی عمیق آن Convexity Defect نامیدیم، با کمی دقت در حالات مختلف این نقاط عمیق متوجه شدیم که این نقاط بیشتر گرایش به نقاط اطراف کف دست دارند. کوچکترین دایره وصل کننده‌ی این نقاط را در نظر گرفتیم و مرکز آن را نقطه‌ی مرکزی کف دست تصور کردیم. علاوه بر استفاده از الگوریتم Wen و Niu's که قابل استفاده برای تشخیص نوک انگشتان بودند، میشد نقاط عمیقی که در Convexity Defect های کوچک ایجاد میشوند و از حد آستانه کوچکتر بودند را به عنوان نوک انگشتان در نظر گرفت، و از این راه دقت تشخیص را بالا برد. اما شرایطی هست که ما احتمالاً نیاز به اصلاح متد تخمینی خود داریم. زمانی که تعداد نقاط عمیق کمتر از دو یا یکی است، تخمین کف دست می‌تواند پاسخ اشتباه بدهد. ما بالا ترین نقطه‌ی مرز را به عنوان نقطه عمیق اضافی قرار می‌دهیم تا به عنوان نقطه‌ی کمکی تشخیص را راحتتر کند.

### ۳-۶: کارهای قابل پیگیری در آینده

- علیرغم نهایت تلاشهای اینجانب، بی شک کاستی‌هایی در ارائه‌ی هرچه دقیقتر این جستار مشاهده خواهید نمود، اما قطعاً بستر محیا شده در این تحقیق، قابلیت این را دارد که بتواند مبنای پروژه‌های دیگری شود و دستمایه‌ی کاری بزرگتر قرار گیرد. پس چند امکان برای ادامه این پروژه را مطرح می‌سازم.
- (1) پروژه‌ی تشخیص دست و بازو (اضافه نمودن نواحی تشخیص و حالات تشخیص بیشتر)
  - (2) استفاده از کینکت‌ها یا دوربینهای استریو (دوتایی) برای تشخیص عمق
  - (3) همراه کردن این پروژه با یک پروژه‌ی حقیقت مجازی (Virtual Reality) برای ایجاد یک کنترل کننده
  - (4) استفاده در تخته‌های هوشمند مدارس و دانشگاهها
  - (5) و.....

## فهرست مراجع:

- [1] Dr. Fan Qinxiong, Chen Wei Chao, Real-Time Palm Tracking and Hand Gestur Estimation Based on Fore-Arm Contour, National legislation Taiwan science and technology university, Owned news Engineering Department 2012
- [2] H. C. Xu, "Principal Component Analysis on Fingertips for Gesture Recognition" Master Thesis, Department of Applied Marine physics & Undersea Technology, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan, 2006
- [3] A. Anagnostopoulos, A. Pnevmatikakis, "A real-time mixed reality system for seamless interaction between real and virtual objects", Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, September 10-12, 2008, Athens, Greece
- [4] G. Amayeh, G. Bebis, A. Erol, and M. Nicolescu, "Hand-Based Verification and Identification Using Palm-Finger Segmentation and Fusion," Computer Vision and Image Understanding, vol. 113, pp.477-501, 2009
- [5] Weiyang Chen, Fujiki, R.; Arita, D.; Taniguchi, R.-I, "Real-Time 3D hand Shape Estimation based on Image Feature Analysis and Inverse Kinematics", Image Analysis and Processing, 2007. ICIAP 2007. 14th International Conference, pp.247-252, 2007
- [6] Y .H. Chang and C.M. Chang, "Automatic Hand-Pose Trajectory Tracking System Using Video Sequences", Master Thesis, Department of Information and Computer Engineering, Chung-Y uan Christian University, Chung-Li, Taiwan, 2010



- [7] M. Soriano, S. Huovinen, B. Martinkauppi, and M. Laaksonen, "Using the skin locus to cope with changing illumination conditions in color-based face tracking," in Proceedings of the IEEE Nordic Signal Processing Symposium, pp. 383-386, 2000
- [8] T. Pavlidis, "Algorithms for Graphics and Image Processing", Computer Science Press, Rockville, Maryland, 1982
- [9] R. L. Graham. "An efficient algorithm for determining the convex hull of a finite planar set", Information Processing Letters, 7:175–180, 1972
- [10] Weisstein, Eric W., "Convex Hull", MathWorld.
- [11] Eric W. Weisstein, "Convex Hull", Wolfram Demonstrations Project, 2007
- [12] Andrew, A. M. (1979), "Another efficient algorithm for convex hulls in two dimensions", Information Processing Letters 9 (5): 216–219, doi:10.1016/0020-0190(79)90072-3
- [13] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, "Digital Image Processing, 2nd Ed., Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1992
- [14] Robert Laganière, "OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook", Published by Packt Publishing Ltd, May 2011
- [15] Gary Bradski and Adrian Kaehler, "Learning OpenCV ", Published by O'Reilly Media, Inc ,2008
- [16] Daniel Lélis Baggio, "Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects", Published by Packt Publishing Ltd, December 2012