بسم الله الرحمن الرحیم

باسمه تعالی

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **علی شاکر** متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه که حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آ نها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است .این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارایه نشده است .در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

نام ونام خانوادگی دانشجو

علی شاکر

امضاء

تهران- لویزان- کد پستی **16788** - صندوق پستی**163**- **16785** تلفن **9-22970060** (داخلی**2347**) نمابر**22970011** پست الکترونیکی **sru@sru.ac.ir**

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

طراحی بخش دریافت و پردازش تصویر برای یک پروتز بینایی

نگارش

علی شاکر

استاد راهنما اول : امیر مسعود سوداگر

استاد راهنما دوم : رضا ابراهیم پور

پایان نامه برای کسب درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق - الکترونیک

شهریور ماه 1390

تأییدیه هیأت داوران

چکیده

تلاش ها برای تحقق پروتزهای بینایی از دهه گذشته آغاز شده است. پروتزهای بینایی جانشینی برای سیستم بینایی معیوب هستند تا بتوانند بینایی را به افراد نابینا بازگردانند. با وجود این تلاش ها، دانشمندان موفق به ساخت پروتز بینایی که بتواند جانشین مناسبی برای سیستم بینایی شود، نشده اند.

پردازش تصویر در پروتزهای بینایی برای افزایش درک تصویری فرد نابینا از محیط اطراف هنگام استفاده از پروتز بینایی کاربرد دارد. در این رساله یک روش جدید بر مبنای فیلتر گابور[1] و تبدیل کسینوسی گسسته[2] برای استفاده دریک سیستم پروتز بینایی معرفی شده است. در ادامه الگوریتم های جدید و پردازش تصویر پیشنهاد شده در این رساله ارزیابی و مقایسه شده اند و الگوریتم پیشنهاد شده با 78٪ نرخ بازشناسی، کارایی بهتری نسبت به دیگر روش ها داشته است. به منظور ارزیابی الگوریتم های پیشنهادی و همچنین برای به کار گیری در نمونه اولیه سیستم پروتز بینایی، این پردازش ها به صورت سخت افزاری پیاده سازی و آزمایش شده اند. برای پیاده سازی سخت افزاری الگوریتم های پردازشی از برد MINI2440 استفاده شده است. برای آزمایش های مربوطه، مجموعه ای از انواع مختلف تصاویر ثابت و همچنین تصاویر متحرک دریافت شده توسط یک دوربین مورد استفاده قرار گرفته است. تصاویر با نرخ 15 فریم در ثانیه دریافت، پردازش و با پروتکل معرفی شده و کدینگ منچستر[3] به پروتز بینایی ارسال می شوند.

کلمات کلیدی :پروتز بینایی، پردازش تصویر، فیلتر گابور، تبدیل کسینوسی گسسته، MINI2440

[1] Gabor Filter
[2] Discrete Cosine Transform
[3] Manchester coding

فهرست مطالب

فصل اول: سیستم بینایی انسان و پروتز بینایی 1

1-1-مقدمه.....2

1-2- ساختار سیستم بینایی..... 2

1-2-1- چشم انسان 2

1-2-1- ساختار سلول های شبکیه 3

1-2-1-3-میدان گیرنده غده های عصبی 6

1-2-1- 4- مسیرهای عصبی بینایی 8

1-2-1- 5- چشم زانویی خارجی..... 9

1-2-1-6-قشر مغز 12

1-2-1- 7- کورتکس بینایی.....13

1-2-1- 8- مسیرهای بینایی در نواحی قشری.....14

1-2-1- 9- قشر بینایی اولیه 16

1-2-1- 10- سلول های ساده 18

1-2-1- 11- سلول های پیچیده.....20

1-2-1- 12- نواحی بینایی ثانویه.....23

1-3- معرفی پروتزهای بینایی و انواع طراحی ها و گروه های فعال در هر زمینه 27

1-3-1- 1- میزان کارایی یک پروتز بینایی 29

1-3-1- 2- پروتزهای مبتنی بر تحریک شبکیه 31

1-3-1-3-پروتزهای میتنی بر تحریک عصب بینایی..... 38

1-3-1- 4- پروتزهای مبتنی بر تحریک کورتکس بینایی..... 39

1-4-نتیجه گیری.....40

فصل دوم: الگوریتم های استفاده شده در پروتزهای بینایی 43

2-1- مقدمه.....43

2-2- تکنیک های پردازشی استفاده شده در پروتزهای بینایی.....43

2-3- تکنیک های پردازشی پیشنهاد شده تا کنون 46

2-3-1-تغییر رزلوشن.....46

2-3-2-تغییر سطوح خاکستری 47

2-3-3-تغییر کنتراست.....47

2-3-4-لبه یابی 48

2-3-5- نگاشت فاصله ای 49

2-3-6- نگاشت اهمیت 50

2-3-6-1- نگاشت اهمیت بویل.....50

2-3-6-2- نگاشت اهمیت پاریک 57

2-4- مقایسه الگوریتم ها 61

2-4-1- روش استاتیک 62

2-4-2- روش دینامیک 65

2-5- نتیجه گیری.....68

فصل سوم: الگوریتم های پیشنهاد شده.....69

3-1-مقدمه.....70

3-2- پیشنهاد استفاده از روشهایی موثرتر 70

3-2-1- لبه یاب ها.....70

3-2-2- تبدیل موجک گسسته.....71

3-3- الگوریتم پیشنهادی 73

3-3-1- تبدیل کسینوسی گسسته 74

3-3-2- فیلتر گابور 77

3-4- بسته بندی ورمزگزاری داده های ارسالی به پروتز بینایی 81

3-4-1- پروتکل بسته داده های ارسالی به پروتز بینایی 82

3-4-2- رمزگزاری منچستر، کدینگ نهایی برای ارسال 88

3-5- نتیجه گیری 89

فصل چهارم: ارزیابی و مقایسه الگوریتم ها 91

4-1- مقدمه 92

4-2- تهیه مجموعه داده تصویر 92

4-3- ارزشیابی الگوریتم ها 94

4-3-1- پرسشنامه شماره 1 94

4-3-2- پرسشنامه شماره 2 95

4-4- شرایط آزمایش 95

4-5- نتایج آزمایش 96

4-6- نتیجه گیری 100

فصل پنجم: پیاده سازی سخت افزاری 102

5-1- مقدمه 103

5-2- معرفی برد MINI2440 103

5-2-1- پردازشگر برد 106

5-2-2- دوربین برد 108

5-3- سیستم عامل برد 109

5-4- برنامه نویسی برد 110

5-5- نتیجه گیری 113

فصل ششم: جمع بندی نهایی 114

6-1- جمع بندی نهایی 115

6-2- کارهای آینده 115

مراجع 117

فهرست شکل‌ها

فصل اول 1

شکل 1 – 1 مقطع عرضی چشم 2

شکل 1 – 2ساختار شبکیه و ساختار سلول 4

شکل 1 - 3 پاسخ سلول های غده ای 7

شکل 1 - 4 مسیر عصب بینایی 8

شکل 1 - 5 نواحی بینایی ثانویه 14

شکل 1 – 6مسیرهای بینایی پیشینی و پشتی 15

شکل 1 - 7 نگاشت شبکیه روی ناحیه V 17

شکل 1 - 8 انواع میدان های گیرنده سلول ساده 19

شکل 1 - 9 نمونه پاسخ سلول های پیچیده 21

شکل 1 - 10 آرایش ویژه ستونی سلول های کورتکس 22

شکل 1 - 11 ارتباط نواحی بینایی 26

شکل 1 - 12 بلوک دیاگرام پروتز بینایی 29

شکل 1 – 13بلوک دیاگرام پروتز با تحریک شبکیه ای 32

شکل 1 - 14 شمای حقیقی الکترود تحریک 32

شکل 1 - 15 پروتز بینایی با تحریک شبکیه ای 33

شکل 1 - 16 شماتیک طرح پیشنهادی گروه بوستون 34

شکل 1 - 17 شماتیک طرح انجمن کاشت 34

شکل 1 - 18 دوربین مجتمع در پروتز بینایی 36

شکل 1 - 19 تصاویر ورودی و خروجی پروتز بینایی 37

فصل دوم 43

شکل 2- 1 کاهش ابعاد رزلوشن 48
شکل 2- 2 تصاویر استخراج شده 49
شکل 2- 3 شماتیک الگوریتم نگاشت برترین بویل 51
شکل 2-4 مقایسه نتایج بویل 54
شکل 2-5 فلوچارت الگوریتم پاریک 60
شکل 2-6 تصاویر نگاشت اهمیت پاریک 61
شکل 2-7 مقایسه الگوریتم های بویل 63
شکل 2-8 مجموعه تصاویر بویل 64
شکل 2-9 تصاویر پردازش های بویل 64
شکل 2-10 مسیر طراحی شده تست دینامیک 66
شکل 2-11 جعبه بینایی 67

فصل سوم 69

شکل 3- 1 تصاویر خروجی تبدیل موجک 73
شکل 3- 2 مقایسه سلول های گیرنده با فیلتر گابور 74
شکل 3- 3 64 تابع پایه 76
شکل 3- 4 پخش ضرایب تبدیل کسینوسی 76
شکل 3- 5 انتخاب ناحیه تصویر 77
شکل 3- 6 فیلترهای گابور 78
شکل 3- 7 نمایش گرافیکی گابور 79
شکل 3- 8 خروجی فیلتر گابور 79
شکل 3- 9 فلوچارت الگوریتم ارائه شده 81
شکل 3- 10 تصاویر خروجی برای الگوریتم ارائه شده 81
شکل 3- 11 بسته های اطلاعاتی ارسالی 84

شکل 3- 12 ترتیب ارسال بسته ها.....84
شکل 3- 13 بسته داده ایجاد شده 85
شکل 3- 14 نمونه بسته داده.....86
شکل 3- 15 نمونه تبدیل بیت 88
فصل چهارم.....91
شکل 4-1 نمونه مجموعه داده تصاویر 93
شکل 4-2 میانگین نرخ بازشناسی 97
شکل 4-3 مقایسه الگوریتم ها در پرسشنامه دوم.....99
شکل 4-4 نمونه ای از نتایج شبیه سازی روش های مختلف 101
فصل پنجم.....102
شکل 5-1 شمای حقیقی برد 105
شکل 5-2 نمای برد با نمایشگر 106
شکل 5-3 بلوک دیاگرام پردازشگر.....107
شکل 5-4 مشخصات سنسور دوربین.....108
شکل 5-5 نمای واقعی ماژول CAM130.....109
شکل 5-6 تصاویر ورودی و خروجی ذخیره شده در برد.....111

فهرست جداول

فصل اول 1

جدول 1- 1 تفاوت حساسیت سلول های عصبی 11

فصل سوم 69

جدول 3- 1 ضرایب فرکانسی برای فیلتر گابور 80

جدول 3- 2 نمونه مد های متفاوت 87

فصل چهارم 91

جدول 4- 1 مقایسه عملکرد الگوریتم ها 99

فصل اول

سیستم بینایی انسان و پروتزهای بینایی

1-1- مقدمه

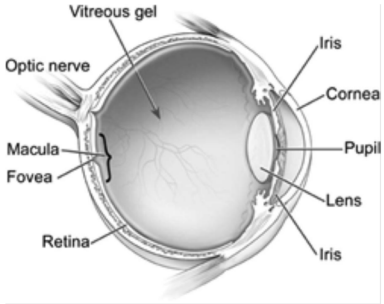
برای ارائه یک مدل کارآمد به منظور جانشینی با سیستم بینایی معیوب، شناخت کافی از سیستم بینایی انسان سودمند است. به این منظور در این فصل سیستم بینایی انسان و انواع پروتزهای بینایی بررسی می شوند.

1-2- ساختار سیستم بینایی[1]

1-2-1

1-2-2 چشم انسان

دروازه ورود تصویر به بینایی انسان، چشم ها هستند. وظیفه چشم تبدیل تصویر به



شکل 1-1 مقطع عرضی چشم انسان [3].

سیگنال های عصبی است که اعصاب بینایی این سیگنال ها را به مغز منتقل می کند[1]. شکل (1-1) یک مقطع عرضی از چشم و سه لایهٔ اصلی آن را نشان می‌دهد که عبارتند از :

[1] Visual System

1- لایه‌ی خارجی که شامل صلبیه[1] و قرنیه[2] است .2- لایه‌ی میانی که به دو بخش تقسیم شده است: پیشین[3] (عنبیه[4] و جسم مژگانی[5]) و پسین[9] (مشیمیه[10]).

3- لایهٔ داخلی یا بخش حسی حساس به نور چشم به نام شبکیه[11].

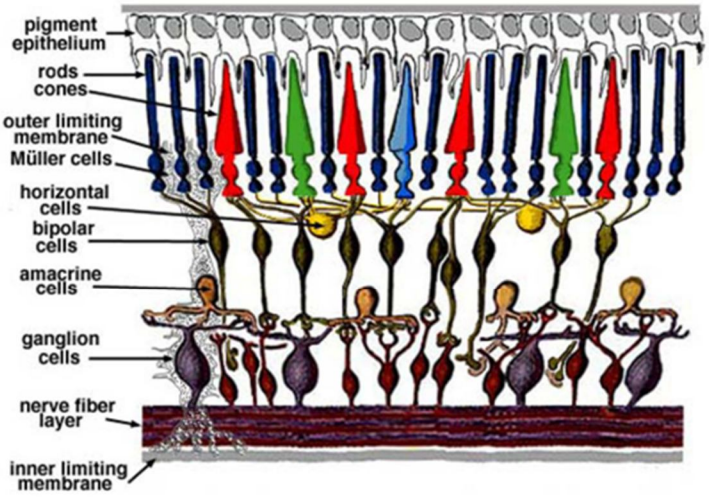
هریک از بخش های چشم اهمیت زیادی دارند، اما مهم ترین قسمت سیستم بینایی شبکیه است. شبکیه قسمتی از بافت چشم است که علاوه بر اینکه تصویر را به سیگنال های الکتریکی تبدیل می کند، نوعی پردازش و دسته بندی نیز روی تصاویر انجام می دهد. در مرکز شبکیه، عصب بینایی[12] قرار دارد که به صورت ناحیه‌ی سفید رنگی با ابعاد 2×1/5 میلی‌متر دیده می‌شود. از مرکز عصب بینایی، رگ‌های خونی اصلی شبکیه جهت تغذیه بافت به صورت شعاعی خارج می‌شوند. در حدود 17 درجه به چپ، لکه‌ی زرد به صورت ناحیه‌ی قرمز رنگی دیده می‌شود که تهی از رگ‌های خونی است و در مرکز ناحیه‌ای به نام Macula قرار دارد. یک ناحیه‌ی دایروی به قطر حدود 6 میلی‌متر در اطراف لکه‌ی زرد به عنوان شبکیه مرکزی و مابقی به عنوان شبکیه محیطی شناخته می‌شود [1].

1-2-2- ساختار سلول های شبکیه

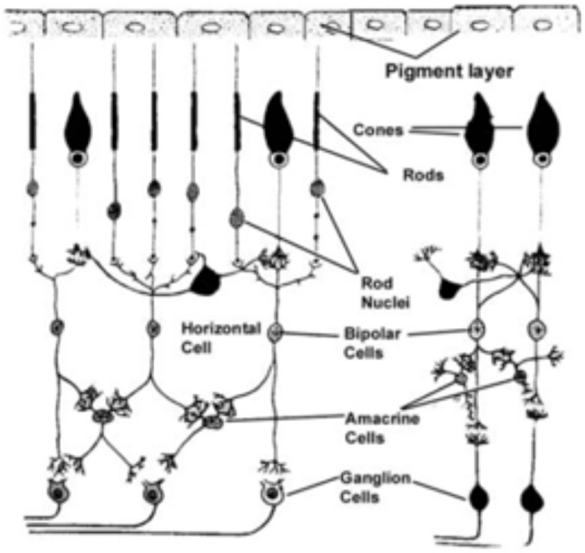
[1] Sclera
[2] Cornea
[3] Anterior
[4] Iris
[5] Corpus ciliare
[9] Posterior
[10] Choroid
[11] Retina
[12] Optic nerve

شبکیه با حدود 0/5 میلی‌متر ضخامت در پشت چشم قرار دارد. شبکیه از لایه‌های سلولی متعددی تشکیل شده است که هر یک نقش خاصی را بر عهده دارند. غده‌های عصبی[1] (نورون‌های خروجی شبکیه) در داخلی‌ترین بخش شبکیه و نزدیک به عدسی و جلو چشم و گیرنده‌های نوری[2] (استوانه‌ها و مخروطی‌ها) در خارجی‌ترین بخش شبکیه در مقابل لایه‌ی رنگدانه‌ای یا پیگماندار[3] قرار دارند (شکل (1-2)).

[1] Ganglion cells
[2] Photoreceptors
[3] Pigment epithelium



(الف)



(ب)

شکل 2-1 الف- ساختار شبکیه و ساختار سلول‌ها ب - شبیه سازی سلول‌های شبکیه [3] [4].

نور باید قبل از برخورد با استوانه‌ها و مخروطی‌ها و فعال کردن آنها از ضخامت شبکیه عبور کند. بنابراین جذب فوتون‌ها توسط رنگدانه‌ی بینایی گیرنده‌های نوری ابتدا به یک پیام بیوشیمیایی و سپس به یک پیام الکتریکی که می‌تواند سایر سلول‌های عصبی شبکیه که در پی آن قرار دارند را تحریک کند، ترجمه می‌شود. پیام شبکیه‌ای که وابسته به ورودی نوری و

تعدادی از تشکیلات ابتدایی تبدیل تصویر ورودی است، توسط الگوی میله‌ای[1] دشارژ غده-های عصبی به مغز منتقل می‌شود. اسپایک‌های عصبی در واقع نوعی از سیگنالینگ الکتریکی دیجیتال[2] است که برای انتقال اطلاعات در سیستم عصبی در فاصله‌های طولانی و در اینجا از عصب بینایی به مرکز بینایی مغز، به کار می‌رود. تنها نورون‌های شبکیه که سیگنال بینایی را توسط پتانسیل عمل انتقال می‌دهند، غده‌های عصبی و گاهی سلول‌های آماکرین[3] هستند. اما سایر نورون‌های شبکیه سیگنال‌های بینایی را به روش هدایت مستقیم الکتریسیته انتقال می‌دهند. به این معنی که در اثر تحریک غشاء، هایپرپولاریزاسیونی[4] در آن نقطه صورت می-گیرد که با همان شدت و اندازه، تا جسم سلولی و سیناپسی و تا خروج از سلول ادامه می-یابد. این سیگنال از گیرنده‌های نوری، سلول‌های افقی، دوقطبی و آماکرین به همین ترتیب عبور کرده و دندریت‌های غده‌های عصبی را تحریک می‌کند. غده‌های عصبی همچنین پیچیده‌ترین سیستم‌های پردازش اطلاعات در شبکیهٔ مهره داران هستند. سلول‌های مختلف به صورت منتخب تنظیم[5] شده‌اند تا ویژگی‌های مشخص و دقیقی را از صحنه‌ی دیدنی شناسایی کنند، مانند رنگ، اندازه، راستا و سرعت حرکت. به این ویژگی‌ها، ویژگی راه انداز[6] گفته می‌شود. با این وجود سیگنال‌های کشف و شناسایی شده توسط غده‌های عصبی، تعبیر واحدی ندارند و ممکن است که سیگنال‌های معادلی در اثر تغییر شفافیت، شکل یا حرکت یک شیء حاصل آید. این در نهایت، کار مغز است که بهترین تعبیر را از سیگنال های عصبی انجام دهد و اقدام مناسب را به عمل آورد. عصب بینایی کلیه آکسون‌های غده‌های عصبی را

[1] Spiking
[2] time-coded digital electrical signaling
[3] Amacrine
[4] Hyper polarization
[5] tune
[6] trigger feature