



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران



آشکارسازی جهت حرکت چشم از روی سیگنال EOG بوسیله

شبکه های عصبی مصنوعی

سعید راحتی قوچانی

دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

quchani@mshdiau.ac.ir

امین اله گلرو

دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

amingolrou@gmail.com

(EOG)^۱ می باشد [8]، که در این مطالعه نیز به همین دلیل مدنظر قرار گرفته است.

در سال 1920 برای اولین بار مشخص شد که می توان با قرار دادن الکترود های سطحی در منطقه اطراف چشم، یک پتانسیل الکتریکی را ثبت نمود [2]. در ابتدا، اعتقاد بر این بود که فعالیت الکتریکی القا شده که توسط حرکات چشم ایجاد می شود، وابسته به پتانسیل عمل ماهیچه های چشم است؛ امروزه، این مساله پذیرفته شده است که پتانسیل الکتریکی القا شده وابسته به یک اختلاف پتانسیل دائمی می باشد، که بین 10 تا 30 میلی ولت قابل تغییر است. به این پتانسیل که بین قرنیه و شبکیه چشم برقرار است و رابطه ای تقریباً خطی با حرکات چشم دارد، CRP^۲ می گویند [2]. عمل ثبت این پتانسیل الکترودالوگرافی و سیگنال ناشی از ثبت این پتانسیل الکترودالوگرام (EOG)^۲ نامیده می شود.

همانگونه که بیان شد، استفاده از الکترودالوگرافی یکی از مناسب ترین و مقرون به صرفه ترین روش های ثبت حرکات چشم می باشد. در سال 1995 برای اولین بار یک رابط کامپیوتری بر مبنای EOG برای ارتباط بین انسان و کامپیوتر طراحی گردید (Kaufman, 1995) [9]. در سال 1998 نیز یک موشواره چشمی چهار جهته برای کمک به افراد دارای بیماری سلولهای حرکتی مغز و طناب نخاعی ارائه شد (Tomita, 1998) [9].

پتانسیل قرنیه ای - شبکیه ای باعث ایجاد یک میدان الکتریکی در بافت احاطه کننده چشم می شود و چرخش چشم، منجر به یک

چکیده: استفاده از سیگنال های حیاتی به عنوان یک ابزار واسط ارتباطی بین انسان و کامپیوتر اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این سیگنالها، سیگنال الکترودالوگرام (EOG) است، که ناشی از پتانسیل چشمی می باشد. در این مطالعه از شبکه های عصبی مصنوعی برای تشخیص جهت حرکت چشم از روی سیگنال EOG استفاده شده است. شبکه های عصبی به دلیل قابلیت یادگیری دینامیک های غیرخطی و تقریب فراگیرشان، قادر به تشخیص و طبقه بندی سیگنال های بیولوژیکی دارای دینامیک غیرخطی، از جمله سیگنال EOG می باشند. در این مطالعه از دو شبکه کاملاً متفاوت MLP و ART برای آشکارسازی حرکات متوالی و تصادفی چشم استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که شبکه MLP قادر است حرکات متوالی چشم را با دقت بالای 90٪ تشخیص دهد، اما در مورد حرکات اتفاقی صحت تشخیص این شبکه بسیار پایین است. در بخش تشخیص حرکات تصادفی چشم، بهترین نتیجه با استفاده از شبکه ART2A-E بدست می آید که به کمک آن، صحت تشخیص بالای 70٪ است.

واژه های کلیدی: EOG، آشکارسازی حرکات چشم، شبکه پرسپترون چند لایه (MLP)، تئوری تشدید وفقی (ART)

1- مقدمه

امروزه تشخیص میزان و جهت حرکت کره چشم، زمینه تحقیقاتی وسیعی را در حوزه ارتباط انسان با کامپیوتر تشکیل می دهد [1]. روش های مختلفی تا کنون برای ثبت حرکات چشم ارائه شده است [8]. یکی از مناسب ترین و مقرون به صرفه ترین روش های تشخیص جهت حرکت کره چشم، استفاده از پردازش سیگنال الکترودالوگرام

¹.Electro-oculogram

².Corneo Retinal Potential

مطالعه ابتدا از یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) برای طبقه بندی چهار نوع حرکت بیان شده استفاده شده است. قابل توجه است که نوعی دینامیک خارجی ابداعی نیز برای بهبود عملکرد این شبکه در این مطالعه به کار گرفته شده است. در بخش دوم، از تئوری تشدید وفقی (شبکه ART) استفاده شده است. دو نسخه مختلف از شبکه ART به نام های ART-2A و ART-2A-E در این مقاله به کار گرفته شده اند. ارزیابی نتایج نشان می دهد که شبکه MLP در تشخیص حرکات متوالی، و شبکه ART در تشخیص جهت حرکات تصادفی چشم نتیجه بهتری را از خود نشان می دهند. هدف از آشکارسازی جهت حرکات چشم که در این مقاله مدنظر می باشد، استفاده از این حرکات در ارتباطات متقابل بین انسان و کامپیوتر است.

2- روش

در این مطالعه از دو شبکه MLP و ART برای آشکارسازی حرکات متوالی و تصادفی چشم استفاده شده است و در پایان عملکرد این دو شبکه با یکدیگر مقایسه شده است. برای اینکه داده های مورد نیاز آموزش و آزمایش طبقه بندی کننده (شبکه های عصبی) بدست آیند، آزمایش های مختلفی صورت گرفته که در زیر به آنها اشاره شده است:

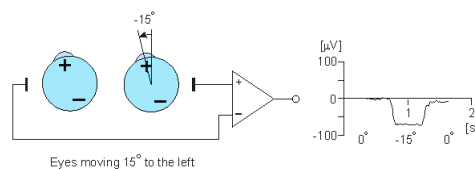
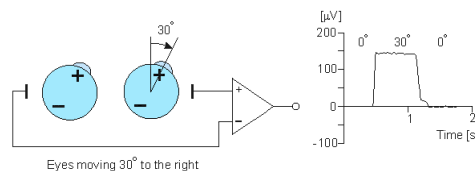
1-2- نحوه ثبت داده :

طول زمانی هر یک آزمایش های انجام شده در این مطالعه 21 ثانیه بوده و با استفاده از سیستم Powerlab موجود در آزمایشگاه تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد اخذ شده اند. برای اخذ سیگنال EOG از پنج الکترود استفاده شده است. چهار الکترود در قسمت های بالا، پائین، چپ و راست چشم، و الکترود پنجم بعنوان مرجع در وسط پیشانی قرار داده شده است. در شکل زیر نحوه نصب این الکترودها مشاهده می شود.



شکل 2: نحوه نصب الکترودها برای ثبت سیگنال EOG

چرخش متناظر در بردار میدان می شود. به هر حال، این فقط یک تخمین از سیستم بیولوژیکی واقعی است، چون بافت اطراف چشم دارای ساختاری نامنظم است. شایان ذکر است که رابطه بین حرکات چشم و سیگنال EOG را فقط می توان در محدوده حرکتی 30° درجه خطی فرض نمود. شکل 1 اندازه گیری جابجایی های افقی چشم را نشان می دهد، که بوسیله قرار دادن یک جفت الکترود در دو طرف چشم بدست آمده است.



شکل 1: سیگنال EOG تولید شده توسط چرخش افقی چشم

پردازش و طبقه بندی سیگنال EOG همانگونه که به آن ارائه شد، یکی از پرکاربردترین روش ها در زمینه آشکارسازی جهت حرکات چشم است. به همین دلیل لزوم استفاده از یک طبقه بندی کننده مناسب در این مورد واضح و مشخص است. قابلیت یادگیری دینامیک های غیرخطی و تقریب فراگیر، از شاخصه های مهم شبکه های عصبی می باشد و این مساله باعث می شود که این شبکه ها تبدیل به ابزار مناسبی در تشخیص و طبقه بندی سیگنال های بیولوژیکی، از جمله سیگنال EOG شوند. در یک دسته بندی کلی می توان این شبکه ها را در دو نوع شبکه های استاتیک و دینامیک تقسیم بندی نمود. شبکه های استاتیک که از آن جمله می توان به پرسپترون چندلایه اشاره کرد، شبکه هایی با گره های بدون حافظه هستند. گره های این شبکه ها بدون دینامیک خطی می باشد. شبکه های عصبی دینامیک دسته مهمی از شبکه های عصبی محسوب می شوند، که دارای اهمیت بیشتری نسبت به شبکه های استاتیک می باشند. این شبکه ها از آن جهت حائز اهمیت هستند که بیشتر سیستم های حقیقی که ما به دنبال مدل کردن آنها هستیم، سیستم های دینامیکی غیر خطی هستند.

در این مقاله یک روش تشخیص جهت حرکت چشم از روی سیگنال EOG با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی ارائه شده است. چهار نوع حرکت مختلف چشم در این تحقیق مدنظر می باشد که می توان آنها را به دو دسته حرکات متوالی و تصادفی تقسیم نمود. در این

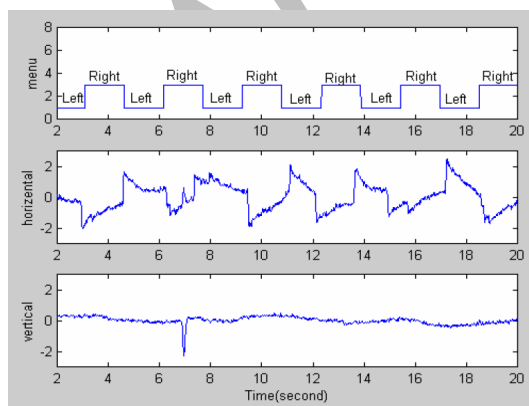
روشن شدن گوشه ها بترتیب انجام شده است. (گوشه بالا- چپ، بالا- راست، پایین - راست و پایین - چپ). شخص این روشن و خاموش شدن را دنبال می کند و همزمان سیگنال EOG از وی ثبت می شود. در اهداف نوع (ج) و (د) به ترتیب چهار هدف و شش هدف مدنظر قرار گرفته اند، که به صورت اتفاقی روشن می شوند و سوژه بایستی در هر لحظه این تغییرات را روی صفحه نمایش دنبال کند.

با توجه به اینکه تعداد کل آزمون ها در هر یک از انواع اهداف، 10 تا می باشد و تعداد حرکات چشم مورد بررسی در هر آزمون 11 تا، لذا تعداد کل حرکات چپ و راست چشم که مورد استفاده قرار می گیرند، 110 حرکت است. از هر آزمون 10 الگو استخراج می شود. لذا تعداد کل الگوهای ورودی شبکه، 100 الگو خواهد بود که از 60 الگو برای آموزش شبکه و از 40 الگو دیگر برای ارزیابی کارایی شبکه در تشخیص حرکات چشم استفاده شده است.

2-2-پیش پردازش

در شکل های 4 (الف و ب) سیگنال EOG ثبت شده ناشی از حرکات متوالی مابین گوشه های چپ و راست صفحه تصویر و سیگنال ناشی از حرکات متوالی مابین چهار گوشه چپ، راست، بالا و پایین نشان داده شده است. توجه شود که عملیات پیش پردازش روی این سیگنالها به منظور حذف نویزهای فرکانس بالا بوسیله فیلتر پائین گذر با فرکانس قطع 30 هرتز انجام شده است. پس از این مرحله، حذف سطح DC و همچنین حذف آرتیفکت مربوط به پلک های غیر ارادی نیز از این سیگنال صورت می گیرد.

حذف پلک ها از سیگنال EOG با استفاده از اعمال روش حد آستانه بدین شکل صورت می گیرد که بر روی کانال عمودی، دامنه پلک ها بسیار بزرگتر از میزان تغییر دامنه سیگنال EOG ناشی از حرکات ارادی چشم است. لذا از یک مقدار آستانه می توان برای شناسایی و حذف پلک ها (برداشتن آن از سیگنال EOG) استفاده نمود.

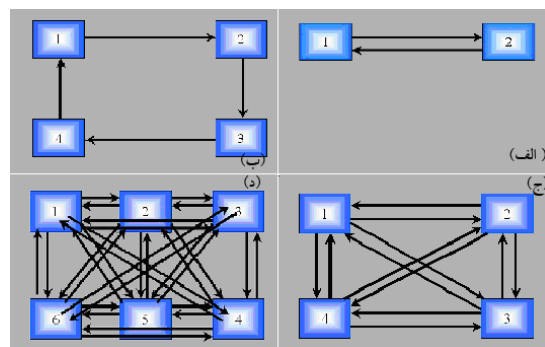


شکل 4- الف: سیگنال ناشی از حرکات متوالی مابین دو هدف، پس از حذف نویزهای فرکانس بالا

در این ثبت، شخص به صورت طبیعی و بدون هیچ گونه عایق بندی از لحاظ صوت و نور، جلوی کامپیوتر می نشیند و یک هدف متحرک را که هر 2/5 ثانیه (یا به طور دقیق هر 2/54 ثانیه) یکبار بر روی صفحه کامپیوتر حرکت می کند را با چشم تعقیب می نماید. همزمان سیگنال EOG شخص با استفاده از سیستم معرفی شده تقویت، و پس از نمونه برداری با نرخ 256 هرتز به کامپیوتر ارسال می شود. با توجه به اینکه زمان کل هر آزمایش حدود 35/5 ثانیه بوده و هدف متحرک بر روی صفحه کامپیوتر هر 2/5 ثانیه (یا به طور دقیق هر 2/54 ثانیه) یکبار حرکت می کند، لذا در طول ثبت، چشم فرد مورد آزمایش، 14 حرکت انجام می دهد. از این 14 حرکت، سیگنال EOG مربوط به اولین و آخرین حرکت، معتبر نیستند و کنارگذاشته می شوند. از اینرو در طول هر آزمایش، چشم مورد آزمایش، 12 حرکت صحیح انجام می دهد. از هر آزمون ویژگی های سیگنال EOG ناشی از حرکت دوم تا دوازدهم (11 حرکت) استخراج شده و مورد استفاده قرار می گیرند.

در این مطالعه بررسی چهار نوع هدف متحرک در نظر گرفته شده است، که عبارتند از:

- 1- حرکات متوالی مابین دو هدف در صفحه نمایش
 - 2- حرکات متوالی مابین چهار هدف در صفحه نمایش
 - 3- حرکات اتفاقی مابین چهار هدف در صفحه نمایش
 - 4- حرکات اتفاقی مابین شش هدف در صفحه نمایش
- در شکل زیر این چهار نوع هدف متحرک، نشان داده شده است.



شکل 3: حرکات چشم درنظر گرفته شده برای ثبت: الف) حرکات متوالی مابین دو هدف؛ ب) حرکات متوالی مابین چهار هدف؛ ج) حرکت اتفاقی مابین چهار هدف؛ د) حرکت اتفاقی مابین شش هدف

در اهداف نوع الف، گوشه چپ و راست صفحه نمایش کامپیوتر به ترتیب و به صورت متوالی روشن می شود و فرد باید در هر لحظه به قسمتی از صفحه که روشن شده است نگاه کند. نوع دوم هدف متحرک، شامل چهار حرکت چپ، راست، بالا و پایین است و هدف تشخیص این چهار حرکت می باشد. برای این منظور، چهار گوشه صفحه کامپیوتر در نظر گرفته شده است. در هر لحظه، فقط یک گوشه روشن می باشد.

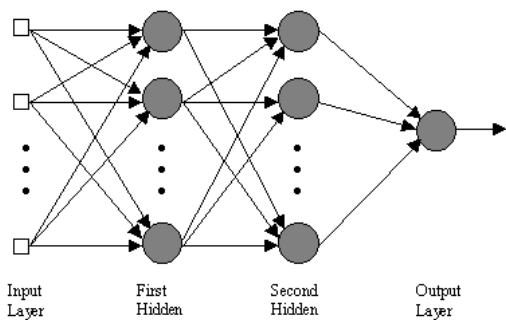
$$\text{Mean}(x) = E[x] \quad (1)$$

$$\text{Variance}(x) = E[(x - E(x))^2] \quad (2)$$

$$\text{Sharpness}(x) = E[(x - E(x))^3] \quad (3)$$

2-4- شبکه MLP

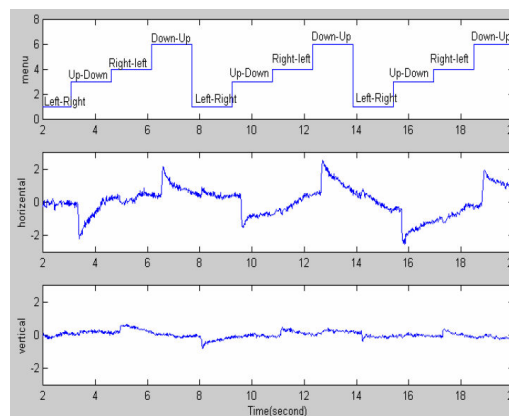
بدون شک پرسپترون‌ها یکی از پرکاربردترین و قابل فهم ترین انواع شبکه های عصبی می باشند. مدل عمومی شبکه های پرسپترون، شبکه جلو رونده با روال تعلیم انتشار به عقب است. شبکه های جلو رونده شبکه هایی هستند که ورودیهای لایه اول نرونهای آن به لایه های بعدی متصل بوده و در هر سطح این مسئله صادق می باشد، تا به لایه خروجی برسد. روال انتشار به عقب نیز بدین معنی است که پس از مشخص شدن خروجی شبکه، ابتدا وزنهاى لایه آخر تصحیح شده و بعد به ترتیب اوزان لایه های قبلی تصحیح می شوند. شبکه های پرسپترون از یک لایه ورودی، تعدادی لایه پنهان و یک لایه خروجی تشکیل شده است. در شکل زیر یک نمونه شبکه عصبی پرسپترون با دو لایه مخفی مشاهده می شود.



شکل 5: نمونه ای از شبکه پرسپترون با دو لایه پنهان

شبکه عصبی پس انتشار خطا با دو لایه مخفی (15 نرون در لایه مخفی اول و 10 نرون در لایه مخفی دوم) در این مطالعه به کار گرفته شده است. همچنین از تابع غیرخطی به فرم هیپربولیک در لایه های مخفی و لایه خروجی استفاده شده است. ورودیهای شبکه، الگوهای استخراج شده از سیگنال EOG ناشی از حرکات چشم می باشند. نرخ یادگیری برابر 0/01 انتخاب شده است. تعداد خروجی های شبکه نیز با توجه به تعداد اهداف مدنظر کاربر، 2 یا 4 یا 6 است.

در این مطالعه برای اولین بار این نوآوری بر روی شبکه MLP صورت گرفته است، که خروجی های شبکه مربوط به حرکت ماقبل چشم نیز به عنوان ورودی به شبکه داده شده اند. به عبارت دیگر، برای آموزش و آزمایش شبکه عصبی جهت تشخیص حرکات چشم، ویژگی های



شکل 4- ب: سیگنال ناشی از حرکات متوالی مابین چهار هدف پس از حذف نویزهای فرکانس بالا

ملاحظه می شود که در هنگام حرکت چپ - راست ابتدا یک پتانسیل مثبت، سپس یک پتانسیل منفی در کانال های افقی ظاهر می شود. اما در هنگام حرکت راست - چپ، ابتدا یک پتانسیل منفی، سپس یک پتانسیل مثبت ظاهر می شود. در حرکت های افقی، میزان تغییرات پتانسیل در کانال افقی بیشتر از میزان تغییرات در کانال عمودی است. در حرکت عمودی عکس حالت فوق رخ می دهد و شاهد پیک های قوی در کانال عمودی خواهیم بود.

2-3- استخراج ویژگی

در این مطالعه برای استخراج ویژگی از سیگنال، از الگوهای زیر استفاده شده است:

1. حداقل
2. حداکثر
3. میانگین (Mean)
4. پراش (Variance)
5. تیزی (Sharpness)
6. مقادیر منفرد (Singular Values)

در حقیقت این ویژگی ها، ورودی های طبقه بندی کننده (شبکه عصبی) را تشکیل می دهند.

برای بهره گیری از الگوهای تجزیه به مقادیر منفرد، سیگنال به یک سری بردارهای عمود بر هم تجزیه می شود که مقادیر منفرد، مقادیر ویژه این بردارها می باشند. مقادیر منفرد به دلیل متعامد بودن بردارها باعث حذف زوائد اطلاعاتی می شوند و به همین دلیل اطلاعات مهم سیگنال را در خود دارند. یکی از بهترین جواب های ممکن را می توان با استفاده از این الگو بدست آورد.

3- نتایج

همانگونه که بیان شد، تعداد الگوهای ورودی شبکه برای هر یک از انواع اهداف، برابر 100 می باشد. از 60 تای این ویژگی ها برای آموزش شبکه و از 40 تای دیگر برای آزمایش شبکه استفاده شده است. برای دستیابی به یک نتیجه دقیق تر الگوهای آموزشی به شکل 3 دسته الگوی زیر انتخاب شده اند:

- 1- الگوهای شماره 1 تا 50
- 2- الگوهای شماره 25 تا 76
- 3- الگوهای شماره 51 تا 100

3-1- شبکه MLP

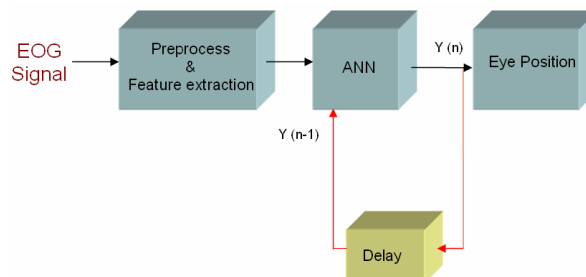
همانگونه که بیان شد، شبکه MLP مورد استفاده در این مطالعه از دو لایه مخفی تشکیل شده است. تعداد گره های خروجی در نظر گرفته شده برای شبکه برابر تعداد اهداف مورد نظر می باشد (2، 4 و 6). تعداد گره های ورودی شبکه نیز برابر حاصل جمع تعداد ویژگی های ورودی و تعداد اهداف مورد نظر می باشد؛ مثلاً در اهداف 4 گوشه تصویر، تعداد نرون های ورودی شبکه برابر 10 نرون می باشد (6 نرون مربوط به ویژگی های ورودی حرکت فعلی و 4 نرون مربوط به خروجی شبکه برای حرکت قبلی). بدین ترتیب تعداد نرون های ورودی شبکه برای حالت 6 هدفه برابر 12 نرون خواهد بود. به منظور بررسی اثر تعداد نرون ها در لایه مخفی نیز، تعداد این نرون ها متفاوت در نظر گرفته شده است.

کل نتایج بدست آمده در بخش تشخیص حرکات چپ-راست (دو هدفه) برابر 100 درصد بوده و شبکه با دقت جالب توجه 100% توانایی طبقه بندی بین دو حرکت به سمت راست و چپ را دارد.

در بخش تشخیص حرکات بین 4 گوشه تصویر به صورت متوالی نیز نتایج طبق جدول 1 خواهد بود. مشاهده می شود که شبکه با دقت بالای 97% قادر به تشخیص حرکات چشم می باشد.

برای بررسی تاثیر تعداد نرونها دو لایه مخفی بر صحت مجموع، تعداد آنها متفاوت در نظر گرفته شده است که نتایج حاصل از آن را نیز می توان در جدول 2 مشاهده نمود.

سیگنال EOG مربوط به حرکت فعلی و حرکت ماقبل به عنوان ورودی به شبکه اعمال شده اند. این ایده که برای اولین بار در این مطالعه مطرح شده است را می توان در شکل زیر مشاهده نمود.



شکل 6: استفاده از الگوهای حرکات فعلی چشم و خروجی ماقبل شبکه به عنوان ورودی شبکه عصبی

2-5- شبکه ART

نظریه تشدید وفقی (ART)⁴ که جزو ساختارهای خودگردان⁵ محسوب می شود، قادر است تعداد زیادی از الگوهای ورودی را به رمزهای شناسایی پایدار خوشه بندی نماید. به منظور افزایش قابلیت کلاسه بندی، شبکه های ART مختلفی بسط داده شده اند که از آن جمله می توان به شبکه های ART1، ART2A، ART2، ARTMAP، FUZZY ART اشاره کرد. الگوریتم مورد استفاده در ART ارتباط نزدیکی با الگوریتم K میانگین⁶ دارد و در هر دو الگوریتم از نماینده های ساده به عنوان وزن های داخلی استفاده می شود. الگوریتم K میانگین یک مجموعه داده را به K دسته تجزیه می کند. پارامتر K نحوه تجزیه داده را مشخص می کند. در نقطه مقابل آن ART از تشابه الگو برای دسته بندی استفاده می کند. لذا مقدار K (تعداد دسته) در ART وابسته به فاصله مابین الگوهای ورودی می باشد. ART از یک پارامتر کمی به نام پارامتر مراقب⁷ (ρ) برای تشخیص میزان شباهت داده ها استفاده می کند.

دو نسخه از شبکه ART به نام های ART2A و نسخه بهبودیافته آن به نام ART2A-E در این مطالعه به کار گرفته شده اند.

⁴.Adaptive Resonance Theory

⁵.Self-organize

⁶.K-means

⁷.Vigilance



جدول 3: درصد تشخیص حرکات تصادفی 4 هدفه بوسیله شبکه MLP پس از 5000 دوره یادگیری

میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
29/8	40/3	21/2	27/9	مقادیر منفرد تیزی
34/4	28/7	35/6	38/9	میانگین پراش - تیزی
35/4	32/5	36/6	34/4	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 4: درصد تشخیص حرکات تصادفی 6 هدفه بوسیله شبکه MLP پس از 5000 دوره یادگیری

2-3- شبکه ART

همانگونه که بیان شد، در این مطالعه از دو نوع ساختار شبکه ART به عنوان ART-2A و ART2A-E استفاده شده است. نرخ یادگیری برای هر دو نسخه ART مورد استفاده در این مطالعه برابر 0/1 انتخاب شده است. پارامتر شباهت (p) نیز برای هر دو شبکه، بسیار نزدیک به یک (حداکثر مقدار) گرفته شده است، تا به دفعات تکرار کمتری برای همگرایی شبکه نیاز باشد. الگوهای آموزشی نیز به صورت تصادفی به شبکه اعمال شده اند. از مزایای این روش آموزش این است که شبکه سعی می کند خود را با تغییرات دائم ورودی تطبیق دهد و از این لحاظ قدرت یادگیری شبکه بالا می رود، اما در عوض سرعت یادگیری کاهش و زمان آموزش افزایش می یابد. تعداد خروجی های شبکه ART، شناور بوده و با استفاده از روش رمزگذاری آرایه ای، تعداد این خروجی ها به تعداد اهداف (یا منوهای) مورد نظر کاربر کاسته می شود.

مهم ترین دلیل استفاده از شبکه ART در این مطالعه، عدم توانایی شبکه MLP در مورد تشخیص حرکات تصادفی چشم می باشد و همانگونه که در جداول بعدی مشاهده خواهد شد، این شبکه در مورد تشخیص حرکات تصادفی چشم، نتیجه بهتری را نسبت به شبکه MLP از خود نشان می دهد.

میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول
--------------	----------	----------	----------

میانگین	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
96/4	92/8	99/4	97/1	مقادیر منفرد تیزی
97/6	92/8	100	100	میانگین پراش - تیزی
97/5	92/5	100	100	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 1: درصد تشخیص حرکات چپ، راست، بالا و پایین (متوالی) بوسیله شبکه MLP پس از 5000 دوره یادگیری

تعداد نرون ها در دو لایه مخفی			
20-20	-15 10	-10 10	
97/1	97/6	98/6	مقادیر منفرد - تیزی
98/4	100	99/5	میانگین - پراش - تیزی
99/4	100	100	حداکثر - حداقل - میانگین

جدول 2: تاثیر تعداد نرون های لایه مخفی بر صحت تشخیص صحیح حرکات چشم چهار جهته متوالی پس از 5000 دوره یادگیری

اما در بخش تشخیص حرکات تصادفی نتایج شبکه MLP به اندازه نتایج بدست آمده در مورد حرکات متوالی مطلوب نمی باشد. نتایج مربوط به حرکات تصادفی 4 هدفه و 6 هدفه به ترتیب در جداول 3 و 4 نشان داده شده است:

میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
62/0	55/3	64/3	64/7	مقادیر منفرد تیزی
60/8	60/5	62/9	59/1	میانگین پراش - تیزی
64/5	62/2	67/2	64/0	حداکثر - حداقل میانگین



میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
54/5	42/9	57/1	63/6	مقادیر منفرد تیزی
51/3	45/6	57/9	50/4	میانگین پراش - تیزی
75/0	81/9	73/0	70/2	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 8: درصد تشخیص حرکات تصادفی 6 هدفی بوسیله شبکه ART2A-E پس از 10 دوره یادگیری

4- بحث و نتیجه گیری:

در این تحقیق یک روش برای تشخیص حرکات مختلف چشم از سیگنال الکترواکلوگرام (EOG) با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی ارائه شده است. آشکارسازی جهت حرکات چشم با استفاده از پردازش سیگنال EOG دارای مزایا و معایبی نسبت به روش های دیگر می باشد. بزرگترین عیب این روش این است که پتانسیل وابسته به قرنیه و شبکه ثابت نیست و تحت تاثیر نور، خستگی و دیگر مشخصه های شخصی می تواند تغییر کند [2]. بنابراین این روش به طور مداوم نیاز به کالیبراسیون های مجدد دارد. همچنین، آرتیفکت های ماهیچه ای نیز تاثیر منفی بر روی ثبت EOG دارند. مزیت این روش این است که در مجموع ثبت سیگنال EOG باعث ناراحتی سوژه نمی شود و مجموعاً آرتیفکت های موثر نیز زیاد نخواهد بود.

در تحقیقات گذشته، پژوهشگران از میزان آستانه سیگنال EOG جهت طبقه بندی سیگنال و استخراج جهت حرکت چشم استفاده نموده اند [6]. از معایب این روش می توان به وجود رانش در سیگنال و تغییرات آن در زمان و پلک های غیر ارادی اشاره نمود، که می تواند صحت تشخیص را پایین بیاورد.

همانطور که در نتایج مشاهده شد، روش مبتنی بر شبکه های عصبی که در این مقاله ارائه گردید، قادر است با دقت بالایی به ردیابی حرکات چشم بپردازد. این روش دارای کارایی بالاتری نسبت به روش اعمال حد آستانه می باشد.

68/8	68/7	72/9	64/8	مقادیر منفرد تیزی
60/0	57/6	62/1	60/4	میانگین پراش - تیزی
44/2	64/4	36/4	31/9	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 5: درصد تشخیص حرکات تصادفی 4 هدفی بوسیله شبکه ART-2A پس از 5 دوره یادگیری

میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
24/6	18/8	27/8	27/1	مقادیر منفرد تیزی
37/9	35/7	40/0	37/9	میانگین پراش - تیزی
34/3	32/1	34/4	36/4	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 6: درصد تشخیص حرکات تصادفی 6 هدفی بوسیله شبکه ART-2A پس از 5 دوره یادگیری

میانگین ن	دسته سوم	دسته دوم	دسته اول	
81/3	81/1	78/8	83/9	مقادیر منفرد تیزی
67/7	70/9	65/6	66/6	میانگین پراش - تیزی
82/2	84/9	80/5	81/3	حداکثر - حداقل میانگین

جدول 7: درصد تشخیص حرکات تصادفی 4 هدفی بوسیله شبکه ART2A-E پس از 10 دوره یادگیری



[5] Toral Zaveri, Jason Winters, Mamta Wankhede, Il Park "A fast and accurate method for discriminating five choices with EOG" Department of Biomedical Engineering, Case Western Reserve University Cleveland FES Center of Excellence Cleveland

[6] Junichi Hori, Koji Sakano, Michio Miyakawa, Yoshiaki Saitoh "Eye Movement Communication Control System Based On EOG and Voluntary Eye Blink" Lecture Notes in Computer Science, Volume 4061/2006

[7] Howard Demuth, Mark Beale "Neural Network Toolbox" <http://www.mathworks.com>

[8] امین اله گلرو، دکتر محمد علی خلیل زاده "طراحی بهینه سیستم اندازه گیری موقعیت کره چشم" پروژه تحقیقاتی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، زمستان ۱۳۸۵

[9] امین اله گلرو، دکتر محمد علی خلیل زاده "سیستم هدایت ویلچر با استفاده از الکترواکلوگرام" سمینار کارشناسی ارشد، گروه مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، پاییز ۱۳۸۶

در بخش تشخیص جهت حرکات متوالی چشم (2 هدفه و 4 هدفه) شبکه MLP با ساختاری که در این مقاله ارائه گردید، می تواند از دقت بالایی برخوردار باشد؛ اما در بخش تشخیص جهت حرکات تصادفی چشم، این شبکه از دقت کافی برخوردار نیست. به همین دلیل در این مقاله از شبکه های مبتنی بر تئوری تشدید وقتی (ART) استفاده شده است. شبکه ART-2A به دلیل تجزیه فضای الگوهای ورودی به صورت شعاعی دارای نتایج ضعیفی است؛ اما نسخه های اصلاح شده این شبکه، از جمله ART2A-E که در این مطالعه از آن استفاده شد، نتایج مطلوبی بدست می دهند.

یکی از معایب دیگر استفاده از شبکه MLP این است که این شبکه دارای سرعت نسبتاً کمی در یادگیری بوده و زمان آموزش این شبکه تا حدودی زیاد است. با استفاده از شبکه ART مشاهده شد که سرعت همگرایی به جواب نسبت به شبکه MLP بسیار بالاتر می باشد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر محمد علی خلیل زاده، مدیر گروه محترم مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به واسطه همکاری در جهت استفاده از اتاق ثبت سیگنال های حیاتی تشکر ویژه می نمایم. همچنین از تمامی عزیزانی که در مراحل ثبت داده برای این تحقیق همکاری لازم را مبذول نمودند، متشکریم.

مراجع

- [1] A.Guven, S.Kara "Classification of electro-oculogram signals using artificial neural network" Elsevier journal of Expert Systems with Applications 31, 2006, PP 199-205
- [2] Geoffrey B.Arden , Paul A.Constable "The electro-oculogram" Department of Visual Science, city university , london, Progress in Retinal and eye research 25 ,2006, pp 207-248
- [3] Madan M. Gupta, Liang Jin, and Noriyasu Homma "Static and Dynamic neural networks" Electrical book, IEEE Press, 2002
- [4] A. Akhbardeh and A. Erfaniaan "Eye tracking User Interface using EOG signal and Neuro-Fuzzy Systems for Human-Computer Interaction aids" M.Sc.Thesis, 2001, Iran University of Science & Technology, Narmak, Tehran, Iran



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



کارگاه آموزشی
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



کارگاه آموزشی
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



کارگاه آموزشی
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران