دانشگاه تبریز

انجمن علمی مخابرات دانشگاه تبریز

NSSOEE
سازمان علمی دانشجویی مهندسی برق کشور
تاسیس ۱۳۷۷
اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی برق
مهندسی پزشکی ، مهندسی انرژی و مهندسی راه آهن

نشریه‌ی مخابرات

انجمن علمی دانشجویی مخابرات دانشگاه تبریز

سال هفتم – شماره ۷ – بهار سال ۱۴۰۳

شماره مجوز: ک.ن.ت ۸۱۳

مخابرات

فصل‌نامه‌ی علمی مهندسی مخابرات
بهار ۱۴۰۳، شماره هفتم

صاحب امتیاز: انجمن علمی مهندسی مخابرات دانشگاه تبریز
دانشگاه صادر کننده‌ی مجوز: دانشگاه تبریز
شماره‌ی مجوز: ۸۱۳ ک.ن.ت
تاریخ مجوز: ۹۶/۱۱/۲۹
مدیر مسئول: میلاد رنجبریه
سردبیر: حسن حقی سفیدان
استاد مشاور: دکتر علی پورزیاد
طراح گرافیک و صفحه آرا: سید محمد یعقوبی

Licensing university: University of Tabriz
License number : 813
Managing editor: Hassann Haggi
Layout designer: Seyyed Mohammad Yaghoubi

اعضای هیئت تحریریه:

- امیرحسین چیت ساز: دانشجوی کارشناسی مهندسی برق دانشگاه تبریز
- امیررضا انصاری: دانشجوی کارشناسی مهندسی برق دانشگاه تبریز
- امیرحسین اخباری: دانشجوی کارشناسی مهندسی برق دانشگاه تبریز
- حسن حقی سفیدان: دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک کیهان شناسی دانشگاه تبریز
- رضا اکبری صدیق: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات گرایش میدان و موج دانشگاه تبریز
- میلاد رنجبریه: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات گرایش میدان و موج دانشگاه تبریز
- محمدامین زینالی سابق: دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک گرایش نجوم و اخترفیزیک دانشگاه تبریز

نشانی مجله: تبریز- بلوار 29 بهمن- دانشگاه تبریز- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
تلفن:

041-33393708

اگرعلاقه مند به نوشتن متن در نشریه علمی مهندسی مخابرات هستید، برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید از طریق راه های ارتباطی زیر با ما در ارتباط باشید.

شناسه فضای مجازی:

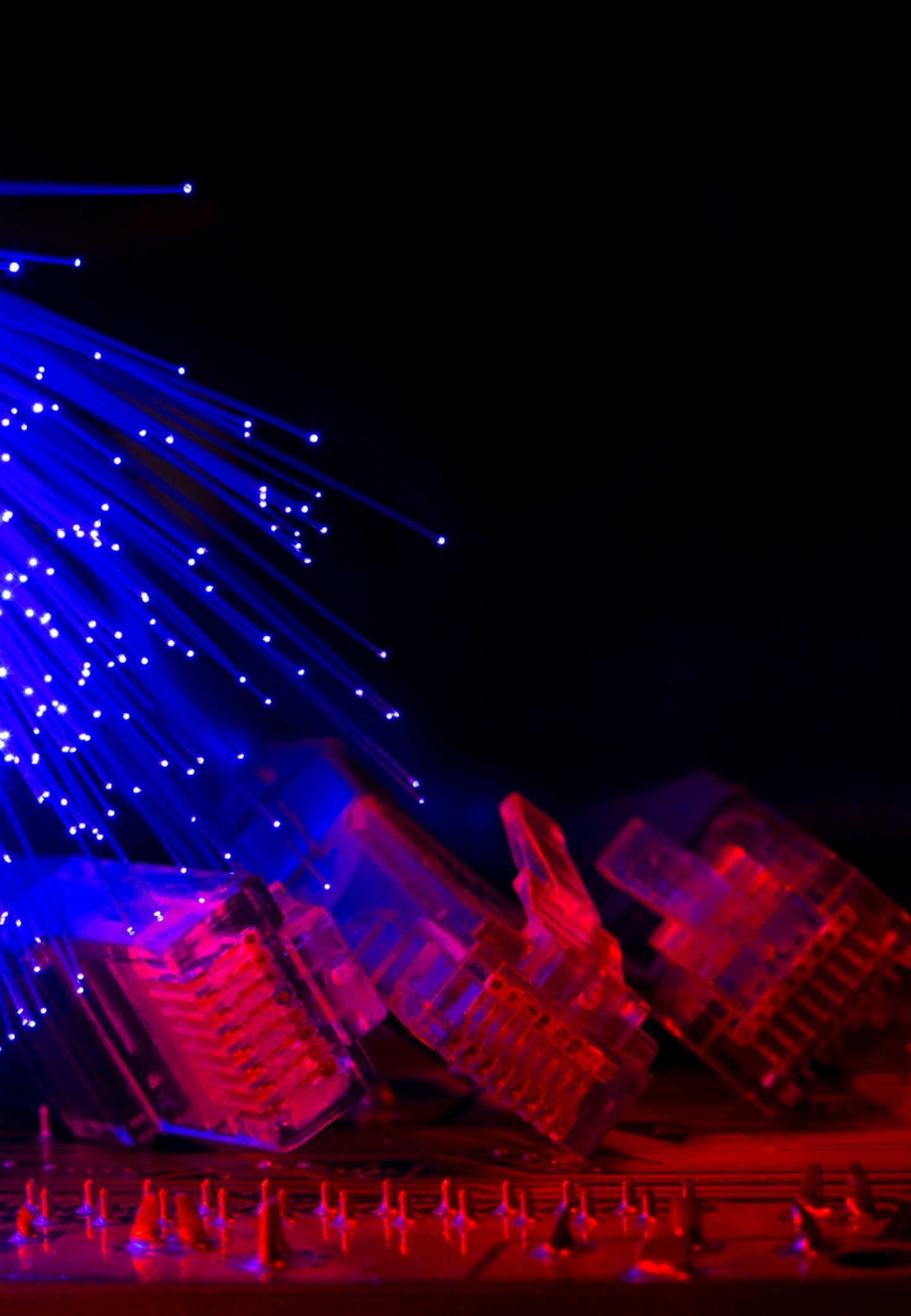
@Eternity_hh

کانال تلگرام:

@TabrizITU

پست الکترونیک:

hasannhaggii@gmail.com



سخن سردبیر

بنام خداوندی که عالم به احوال عالم می باشد و سپاس و ستایش مختص ذات واحد و عالی اوست. طبیعت، این مخلوق شگرف خداوند خالق، هرساله پس از گذر از فصل سپید زمستان، رخت سرسبز بهار را بر تن می کند. آغاز بهار مملو از حیات و سرزندگی است؛ فرارسیدن بهار و عید باستانی نوروز را خدمت اساتید بزرگوار، دانشجویان عزیز و تمام علم دوستان گرامی تبریک و شادباش عرض می کنم و آرزومند روزهای سبز و سلامت برای وجود گرانقدرتان هستم.

نشریه مهندسی مخابرات دانشگاه تبریز با همکاری هیئت تحریریه فرهیخته و با روحیه پژوهشی عالی، آخرین مقالات و مباحث مربوط به حوزه مهندسی برق مخابرات و حوزه های مشترک با آن را در قالب فصل نامه چاپ می کند. علم مهندسی مخابرات یکی از حیاتی ترین زمینه های فناوری امروزی می باشد و نقش بسیار اساسی و تاثیرگذار در زندگی ما دارد. مهندسان مخابرات با ترکیب علومی مانند فیزیک، الکترونیک، کامپیوتر، سیستم ها و شبکه های ارتباطی پیچیده را طراحی، بهینه سازی و عملیاتی می کنند؛ و با کمک آن، نیازهای ارتباطی انسان امروزی، یعنی ارتباطات صوتی و تصویری اینترنتی و تلفن های همراه را پیشرفت می دهند. ارتباطات گسترده جهان امروز، پیشرفت خود را مدیون تحقیقات و تلاش های محققان و مهندسان می باشد.

فصل نامه بهار نشریه مهندسی مخابرات دانشگاه تبریز مطالب متنوعی در حوزه های تخصصی و کاربردی تقدیم خواهد کرد که بنده بیان مختصری خدمت خوانندگان عزیز تقدیم می کنم.

۱- مصاحبه با جناب آقای مهندس رحیمیان، مدیر شبکه مخابرات استان در زمینه شبکه فیبر نوری

۲- رادیو شناخت گر

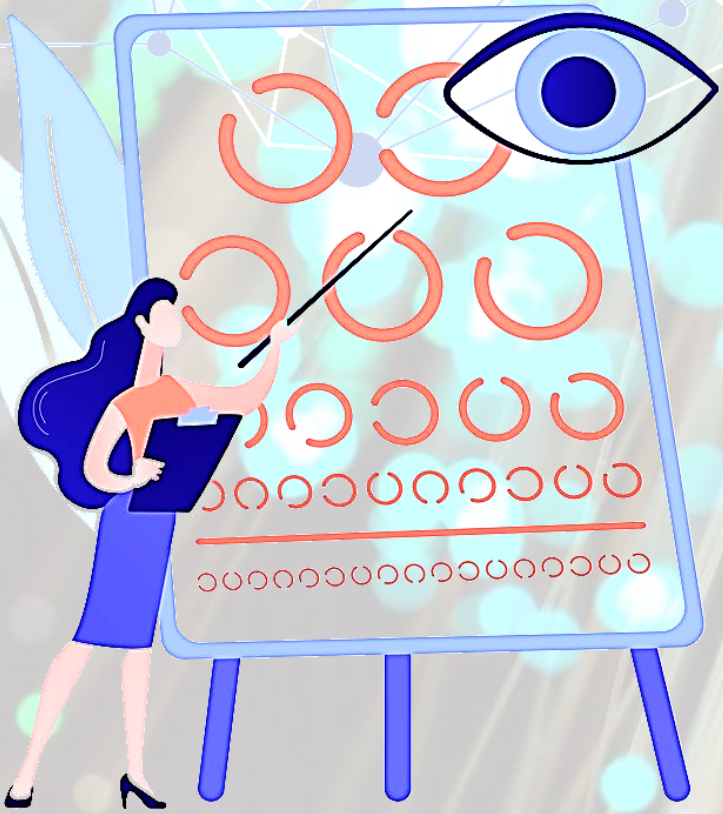
۳- میدان های مغناطیسی خورشید

۴- لرزه نگاری نوری و ....

به پاس عرض ادب، بنده نهایت ارادت و احترام خود را خدمت **جناب آقای دکتر علی پورزیاد** که امر استادمشاور نشریه را بر عهده دارند تقدیم می کنم. خدمت مدیر مسئول نشریه، **جناب آقای مهندس میلاد رنجبریه**، بابت زحمات و پیگیری امور مربوطه عرض خسته نباشید و خداقوت دارم. از تک تک اعضای محترم هیئت تحریریه نشریه بابت زحمات و مطالب مفیدشان نهایت تشکر را دارم. و از تمامی خوانندگان محترم بابت اختصاص وقت پربهای خود به بنده سپاسگزارم.

خوانندگان عزیز جهت به اشتراک گذاری هرگونه پیشنهادات و انتقادات خود از طریق آدرس ایمیل به نشانی hasannhaggii@gmail.com می توانند نظرات گران بهای خود را مطرح نمایند؛ پر واضح است رضایت نظر خوانندگان بزرگوار، هدف عالی تیم مگارش نشریه مهندسی مخابرات است.

ارادتمند، مهندس حسن حقی



فهرست :

توجه در طول بینایی طبیعی، بازنمایی معنایی را در سراسر مغز انسان تغییر می دهد!
امیر حسین چیت ساز ۸

رادیو شناخت‌گر (Cognitive Radio) پارت۱
رضا اکبری صدیق ۲۸

میدان‌های مغناطیسی خورشید
محمد امین زینالی سابق ۳۴

آشنایی با مخابرات ماهواره‌ای
حسن حقی سفیدان ۳۹

کابل‌های فیبر نوری آشکارسازهای طبیعی زلزله!
امیررضا انصاری و امیرحسین اخباری ۴۸

مصاحبه با جناب آقای مهندس رحیمیان، مدیر شبکه شرکت مخابرات استان آذربایجان شرقی
میلاد رنجبریه و امیررضا انصاری ۵۲

توجه

در طول بینایی طبیعی، بازنمایی معنایی را در سراسر مغز انسان تغییر می دهد!

نویسنده:دکتر تولگا چوکور[1]

گردآورنده: امیر حسین چیت ساز

دانشجوی کارشناسی مهندسی برق دانشگاه تبریز

اطلاعات کمی در مورد اینکه چگونه توجه نمایش قشری اطلاعات حسی را در انسان تغییر می دهد، شناخته شده است. بر اساس شواهد نوروفیزیولوژیکی، ما فرض کردیم که توجه باعث تغییرات تنظیمی برای گسترش نمایش محرک های حضوری به قیمت محرک های بدون مراقبت می شود. برای بررسی این موضوع، ما از تصویربرداری رزونانس مغناطیسی کاربردی برای اندازه‌گیری چگونگی تغییر نمایش معنایی در طول جستجوی بصری برای دسته‌های مختلف اشیاء در فیلم‌های طبیعی استفاده کردیم. ما دریافتیم که بسیاری از وکسل‌ها در سراسر قشر اکسیپیتو-گیجگاهی و جلویی-پاریتال تنظیم خود را به سمت دسته مورد مطالعه تغییر دادند. این تغییرات تنظیم، بازنمایی مقوله مورد مطالعه و مقوله‌های مرتبط معنایی، اما بدون مراقبت، را گسترش دادند و نمایش دسته‌هایی را که از نظر معنایی با هدف متفاوت بودند، فشرده کردند. تحریف توجهی بازنمایی معنایی حتی زمانی که مقوله حاضر در فیلم وجود نداشت، رخ داد. بنابراین، این اثر یک مصنوع تشخیص هدف نبود. این نتایج نشان می دهد که توجه به طور پویا نمایش بصری را برای بهینه سازی پردازش اشیاء مرتبط با رفتار در طول دید طبیعی تغییر می دهد.

تصور می‌شود که توجه از طریق چندین مکانیسم همگرا، کارایی پردازش اطلاعات را در سراسر مغز افزایش می‌دهد.

مطالعات فیزیولوژی عصبی در نواحی بینایی اولیه نشان داده است که توجه فضایی خط پایه پاسخ، افزایش پاسخ و افزایش کنتراست را تغییر می دهد. با این حال، از آنجایی که مغز اطلاعات را در مراحل متوالی پردازش جمع آوری می کند، تعدیل توجه خط پایه و افزایش در مراحل اولیه احتمالاً باعث تغییر در تنظیم نورون ها در نواحی حسی و شناختی بالاتر مغز می شود. در واقع، توجه مبتنی بر ویژگی می‌تواند باعث تغییرات متوسطی در تنظیم نورون‌های منفرد حتی در اوایل V4 شود، اما تغییرات تنظیم نورون‌های منفرد در قشر پیش پیشانی می‌تواند قابل توجه باشد. تغییرات تنظیم در نورون های منفرد، نحوه نمایش اطلاعات در سراسر جمعیت عصبی

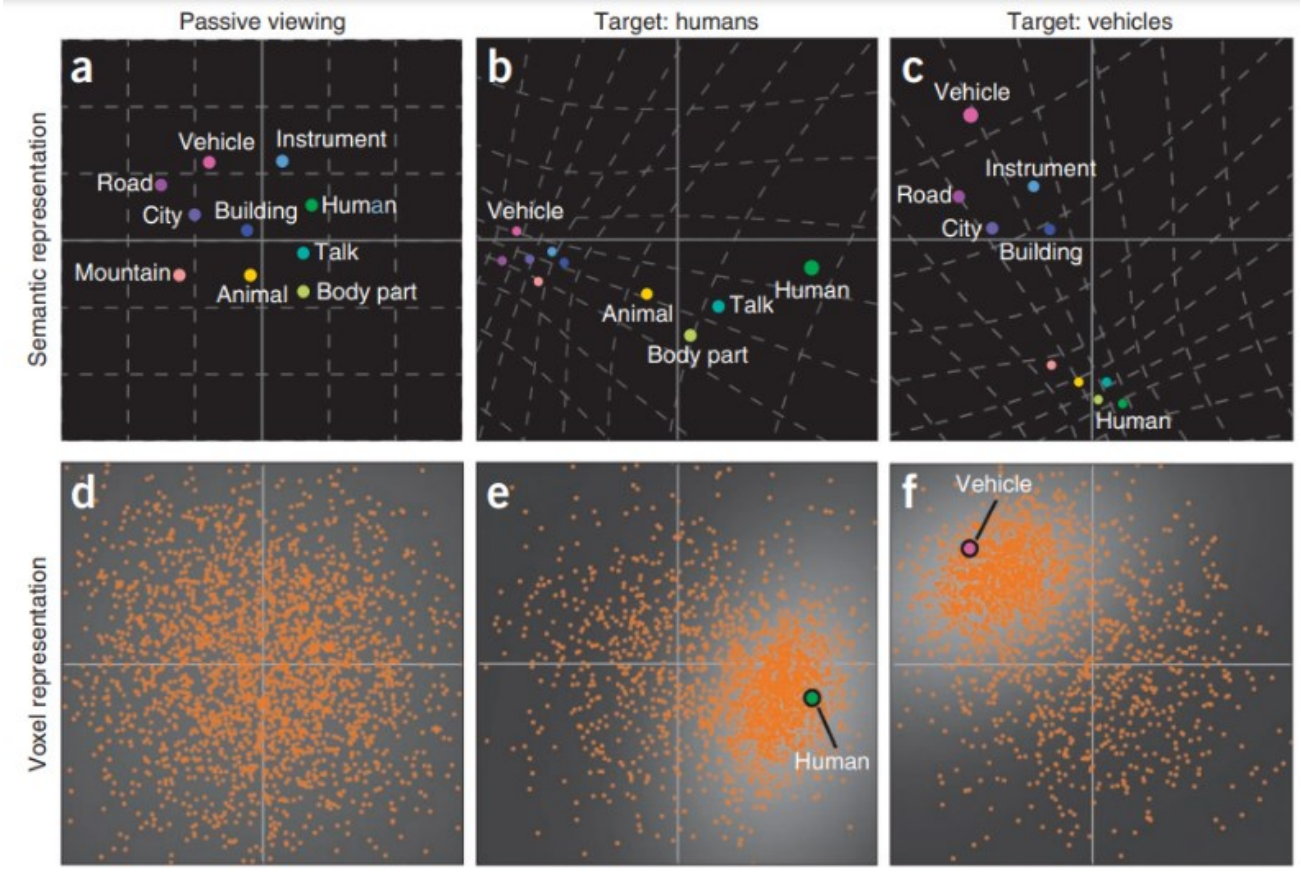
1. Tolga Cukur

را تغییر می دهد، و نمایش را به نفع سیگنال های خاص در هزینه دیگران تغییر می دهد. بنابراین، پیشنهاد شده است که شیفت های تنظیم عملکرد یک مکانیسم فیلتر همسان را منعکس می کند که عملکرد کار را با گسترش نمایش قشری اهداف مورد نظر بهینه می کند.

تاب برداشتن نمایش قشر مغز ممکن است به ویژه در طول کارهای سخت مانند جستجوی بصری طبیعی ارزشمند باشد. شواهد اخیر نشان می دهد که مغز هزاران دسته شی را با سازماندهی آنها در یک فضای شباهت معنایی پیوسته نشان می دهد (شکل ۱a) که به طور سیستماتیک در سراسر قشر بینایی نقشه برداری می شود. از آنجایی که مناظر طبیعی با اشیاء مختلف پر شده است، ممکن است الگوهایی از فعالیت مغز را برانگیزد که به طور گسترده در این فضای معنایی توزیع شده است و تشخیص هدف را دشوار می کند. توجه می تواند به طور قابل توجهی حساسیت را برای هدف افزایش دهد و تشخیص هدف را تحت این شرایط سخت ۵ با گسترش بازنمایی قشری دسته بندی های رفتاری مرتبط و فشرده سازی نمایش دسته های نامربوط بهبود بخشد (شکل ۱b,c).

در حال حاضر ناشناخته است که آیا توجه نمایش قشری اطلاعات حسی در مغز انسان را مخدوش می کند یا خیر.

برای جست‌وجوی شواهدی برای این اثر توجه پیچیده، از این واقعیت استفاده کردیم که توجه با ایجاد جمعیت‌های عصبی در سراسر قشر بینایی و غیربصری به سمت هدف ۵-۹ تغییر می‌دهد (شکل تکمیلی ۱). ما فرض کردیم که جستجوی بصری برای یک دسته شی منفرد باید باعث تغییرات تنظیمی در تک وکسل‌های اندازه‌گیری شده توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی شود (fMRI؛ شکل ۱ .d-f).

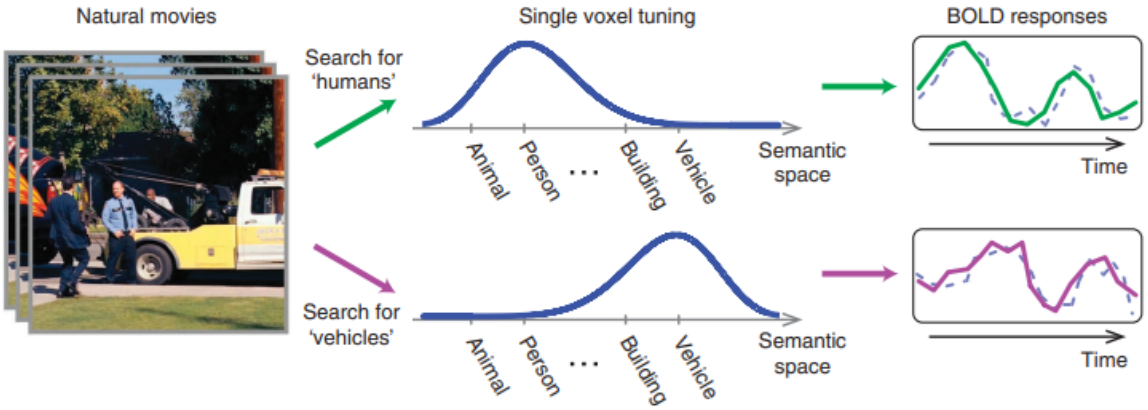


را تغییر می دهد، و نمایش را به نفع سیگنال های خاص در هزینه دیگران تغییر می دهد. بنابراین، پیشنهاد شده است که شیفت های تنظیم عملکرد یک مکانیسم فیلتر همسان را منعکس می کند که عملکرد کار را با گسترش نمایش قشری اهداف مورد نظر بهینه می کند.

تاب برداشتن نمایش قشر مغز ممکن است به ویژه در طول کارهای سخت مانند جستجوی بصری طبیعی ارزشمند باشد. شواهد اخیر نشان می دهد که مغز هزاران دسته شی را با سازماندهی آنها در یک فضای شباهت معنایی پیوسته نشان می دهد (شکل a1) که به طور سیستماتیک در سراسر قشر بینایی نقشه برداری می شود. از آنجایی که مناظر طبیعی با اشیاء مختلف پر شده است، ممکن است الگوهایی از فعالیت مغز را برانگیزد که به طور گسترده در این فضای معنایی توزیع شده است و تشخیص هدف را دشوار می کند. توجه می تواند به طور قابل توجهی حساسیت را برای هدف افزایش دهد و تشخیص هدف را تحت این شرایط سخت ۵ با گسترش بازنمایی قشری دسته بندی های رفتاری مرتبط و فشرده سازی نمایش دسته های نامربوط بهبود بخشد (شکل b,c1).

در حال حاضر ناشناخته است که آیا توجه نمایش قشری اطلاعات حسی در مغز انسان را مخدوش می کند یا خیر.

وظایف توجه مبتنی بر دسته در چندین آزمایش قبلی fMRI 12، 14، 15 استفاده شده است. با این حال، این مطالعات قبلی از مجموعه کوچکی از دسته بندی اشیا و روش های تجزیه و تحلیل داده مبتنی بر منطقه استفاده کردند. بنابراین، آنها تنظیم مبتنی بر وکسل را کشف نکردند و نمی‌توانستند تغییرات مبتنی بر وکسل در تنظیم را از تغییرات در پایه پاسخ یا افزایش تشخیص دهند. برای به حداکثر رساندن توانایی خود در تشخیص تغییرات تنظیم در تک وکسل‌ها، از محرک‌های پیچیده فیلم طبیعی حاوی صدها دسته‌بندی شیء و عمل مختلف استفاده کردیم۱۶،۱۷. برای حذف اثرات توجه بر روی پایه و افزایش پاسخ، ما قبل از مدل‌سازی بیشتر، پاسخ‌های وابسته به سطح اکسیژن خون (BOLD) هر وکسل را عادی کردیم تا واریانس میانگین و واحد را به‌صورت جداگانه در هر شرایط توجه داشته باشیم. این روش به ما این امکان را می‌دهد که تغییرات تنظیم را از مدولاسیون ساده خط پایه پاسخ یا افزایش به وضوح جدا کنیم.



شکل ۲ بردارهای تنظیم وکسل از روی پاسخ های BOLD که توسط فیلم های طبیعی برانگیخته می شوند اندازه گیری می شوند. تغییرات تنظیم در تک وکسل ها یک جنبه تشخیصی منحصر به فرد از فرضیه تغییر تنظیم است. برای آزمایش این فرضیه، ما تغییرات در تنظیم وکسل را در طول جستجوی بصری پنهان برای انسان یا وسایل نقلیه در فیلم‌های طبیعی پیچیده اندازه‌گیری کردیم. یک مدل دسته جداگانه برای هر وکسل در هر شرایط توجه مناسب بود تا به طور بهینه پاسخ‌های BOLD برانگیخته شده را پیش‌بینی کند (خطوط چین نشان‌دهنده پاسخ پیش‌بینی‌شده، خطوط ثابت نشان‌دهنده پاسخ اندازه‌گیری شده است). مدل دسته‌بندی، تنظیم وکسل را تحت هر شرایطی ارائه می‌دهد، و تغییرات تنظیم را می‌توان با مقایسه تنظیم بین شرایط شناسایی کرد.

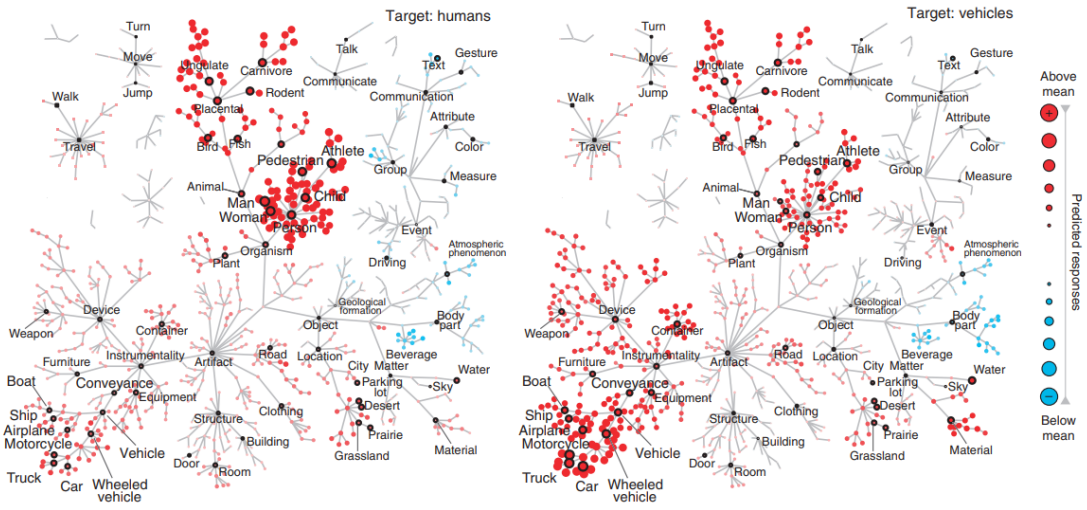
سپس ما یک رویکرد مدل‌سازی وکسل عاقلانه را که قبلاً توسعه داده بود برای به دست آوردن تخمین‌های دقیق از تنظیم دسته‌ها در وکسل‌های قشر منفرد و در هر فرد فردی به کار بردیم. WordNet lexicon22 برای برچسب زدن ۹۳۵ دسته بندی شی و عمل در فیلم ها استفاده شد (تصویر تکمیلی ۲). رگرسیون خطی منظم برای برازش مدل‌های وکسل که به طور بهینه پاسخ‌های BOLD اندازه‌گیری شده را از متغیرهای شاخص طبقه‌ای پیش‌بینی می‌کنند، استفاده شد (شکل تکمیلی ۳). ما مدل‌های جداگانه را با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده در طول جستجوی بصری برای انسان و وسایل نقلیه تخمین زدیم. وزن مدل به دست آمده بردارهای تنظیم دسته را برای هر وکسل تحت هر شرایط توجه ارائه می دهد.

نتایج

تغییرات توجهی در نمایش معنایی را می توان با مقایسه بردارهای تنظیم دسته در سراسر شرایط توجه استنباط کرد (شکل ۳). با این حال، استنباط‌های حاصل از این مقایسه تنها در صورتی توجیه‌پذیر و از نظر عملکردی مهم خواهند بود که مدل‌های دسته‌بندی مناسب بتوانند با موفقیت پاسخ‌های BOLD به محرک‌های طبیعی جدید را پیش‌بینی کنند. برای پرداختن به این موضوع، عملکرد پیش‌بینی مدل‌های دسته‌بندی را بر روی داده‌های جداگانه رزرو شده برای این منظور تأیید کردیم.

نمرات پیش‌بینی به‌عنوان همبستگی پیرسون بین پاسخ‌های BOLD اندازه‌گیری شده در مجموعه داده‌های اعتبارسنجی و آن‌هایی که توسط مدل‌های برازش پیش‌بینی شده بود (روش‌های آنلاین) تعریف شد. تمام سطوح معنی‌داری آماری برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از کنترل نرخ کشف نادرست (FDR) تصحیح شد.

ما دریافتیم که مدل‌های دسته‌بندی، پیش‌بینی‌های پاسخ دقیق را در بسیاری از مناطق قشر بینایی و غیربصری ارائه می‌دهند (شکل تکمیلی ۴). به طور کلی، ۸۳.۷ ± ۵.۱۲٪ (میانگین ± s.d. در بین افراد) از وکسل های قشر مغز به طور قابل توجهی توسط مدل دسته پیش بینی شد (آزمون t، $P < 0.05$). مدل دسته‌بندی بیش از ۲۰ درصد واریانس پاسخ را در ۸۴/۵ ± ۶۰/۱۱ درصد (میانگین ± s.d.) از این وکسل‌ها در بین افراد توضیح داد. این نتایج نشان می‌دهد که بردارهای تنظیم دسته به دقت پاسخ‌های دسته‌بندی بسیاری از وکسل‌های قشری را در طول جستجوی بصری منعکس می‌کنند.

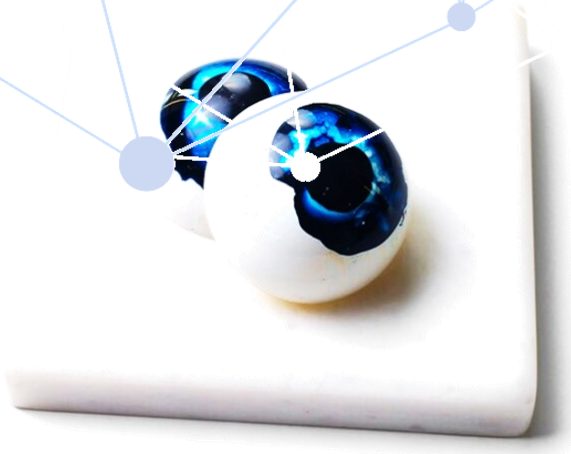


شکل ۳ تغییرات تنظیم توجه برای یک وکسل در کمپلکس اکسیپیتال جانبی. تنظیم برای ۹۳۵ دسته شی و عمل در یک وکسل منفرد انتخاب شده از مجموعه اکسیپیتال جانبی (LO) در موضوع S1، در حین جستجو برای انسان (چپ) و برای وسایل نقلیه (راست). هر گره در این نمودارها یک شی یا عمل مجزا را نشان می دهد و زیرمجموعه ای از گره ها برای جهت دادن به خواننده برچسب گذاری شده اند. گره ها با استفاده از روابط سلسله مراتبی موجود در واژگان WordNet سازماندهی شده اند. گره‌های قرمز در مقابل آبی با دسته‌هایی مطابقت دارند که پاسخ‌های بالاتر و پایین‌تر از میانگین را برانگیخته‌اند. اندازه هر گره بزرگی پاسخ دسته را نشان می دهد. این وکسل کمپلکس اکسیپیتال جانبی به خوبی مدل‌سازی شده (نمره پیش‌بینی ۰.۴۰۱) تغییرات تنظیم قابل‌توجهی را در شرایط توجه نشان داد (آزمون t، $P < 10^{-6}$). وکسل در هر دو شرایط به شدت برای رده شرکت‌کننده تنظیم شد، و تنظیم ضعیف‌تر برای دسته‌های بدون مراقبت مشاهده شد.

آزمایش ما از یک وظیفه توجه مبتنی بر دسته استفاده کرد که نیاز به توجه به انسان یا وسایل نقلیه داشت. با این حال، فیلم‌های طبیعی پیچیده ممکن است دارای ویژگی‌های سطح پایینی باشند که با این دسته‌بندی‌های معنایی مرتبط هستند. آیا جابه‌جایی‌های تنظیم توجه نشان‌داده‌شده در اینجا توجه مبتنی بر دسته‌بندی را منعکس می‌کنند یا نتیجه توجه به ویژگی‌های سطح پایین مرتبط هستند؟ برای پرداختن به این موضوع، مدل‌های رمزگذاری ساختاری ساده‌تری را برازش کردیم که تنظیم را برای ویژگی‌های اولیه، مانند فرکانس مکانی-زمانی، جهت‌گیری و خروج از مرکز (روش‌های آنلاین) منعکس می‌کنند. سپس پیش‌بینی‌های مدل‌های دسته‌بندی و مدل‌های ساختاری را در میان وکسل‌های مدل‌سازی‌شده به خوبی مقایسه کردیم که تغییرات تنظیم قابل‌توجهی را در وظیفه توجه مبتنی بر دسته نشان داد.

ما دریافتیم که میانگین امتیاز پیش‌بینی مدل‌های ساختاری تنها ۰.۰۳ ± ۰.۲۲ بود (میانگین ± s.d در بین آزمودنی‌ها)، که به طور قابل‌توجهی کمتر از مدل‌های دسته‌بندی است (۰.۵۴ ± ۰.۱۱، آزمون tتصادفی، P <10-4). ما همچنین دریافتیم که درصد واریانس پاسخ توضیح‌داده‌شده توسط جابجایی‌های تنظیم ساختاری تنها ۰.۶۸ ± ۱.۵۳٪ (میانگین ± s.d) بود که به طور قابل‌توجهی پایین‌تر از آن چیزی است که توسط تغییرات تنظیم مبتنی بر دسته توضیح داده شد (۷.۶۵ ± ۱۳.۵۷٪، آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، $P. < 10^{-4}$). این یافته‌ها نشان می‌دهند که تنظیم برای ویژگی‌های بصری اولیه نمی‌تواند تغییرات تنظیم مبتنی بر دسته‌بندی را که در اینجا اندازه‌گیری می‌شود، در نظر بگیرد.

در مرحله بعد، ما پرسیدیم که آیا این تغییرات در تنظیم دسته‌بندی با فرضیه تنظیم-تغییر ۵



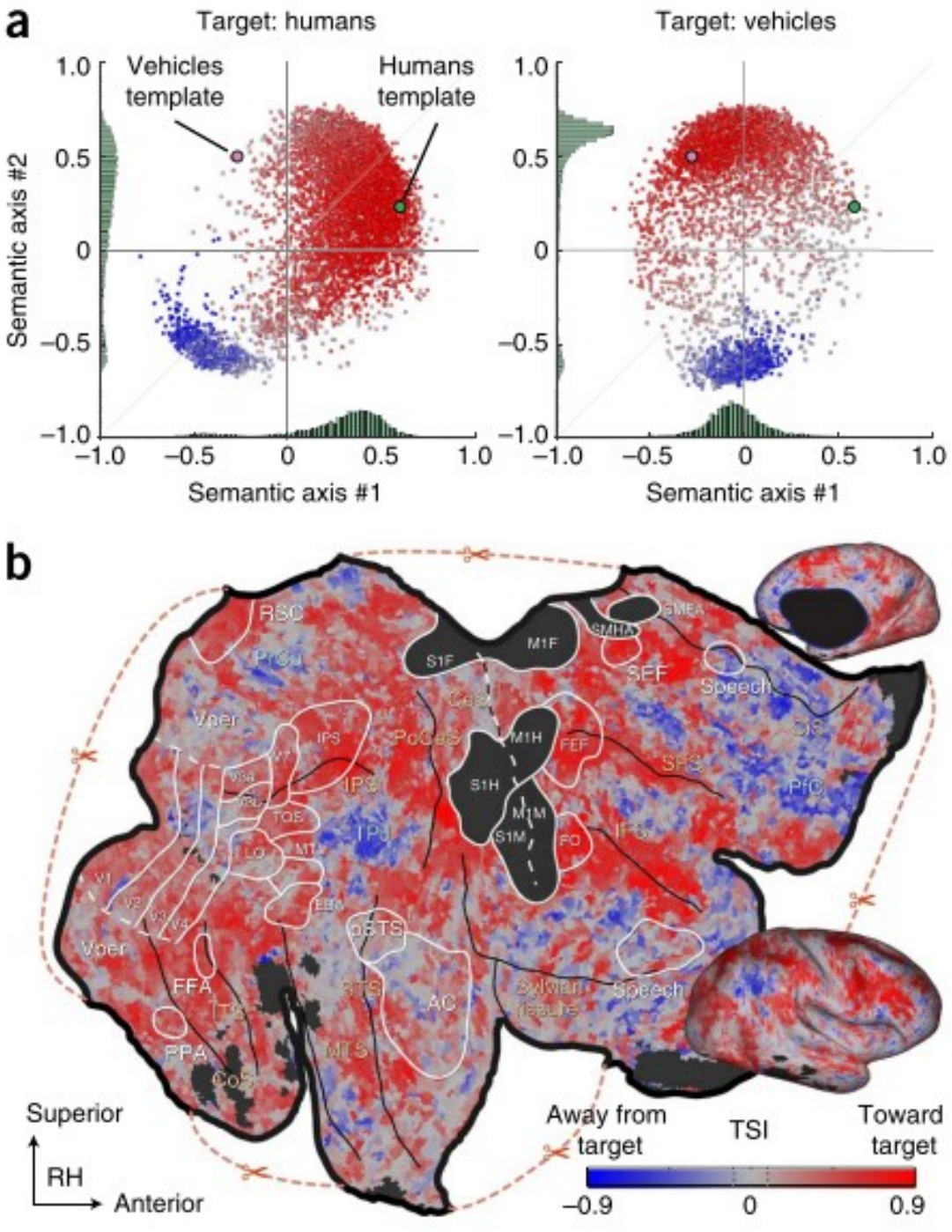
مطابقت دارد، که در آن توجه بازنمایی معنایی را به نفع مقوله‌های مرتبط رفتاری به قیمت مقوله‌های نامربوط منحرف می‌کند. فرضیه تغییر تنظیم سه پیش‌بینی صریح و تشخیصی در مورد اینکه چگونه توجه بازنمایی معنایی را تغییر می‌دهد، انجام می‌دهد. اول، پیش‌بینی می‌کند که توجه باعث می‌شود زمانی که هدف‌ها وجود دارند، به سمت دسته‌ای که در آن شرکت می‌کنند، تغییر کند، و بازنمایی دسته شرکت‌کننده را گسترش می‌دهد. دوم، پیش‌بینی می‌کند که توجه حتی زمانی که هیچ هدفی وجود ندارد، باعث تغییر تنظیم به سمت مقوله مورد نظر می‌شود. در نهایت، پیش‌بینی می‌کند که توجه، بازنمایی مقوله‌های بدون مراقبت را که از نظر معنایی شبیه به هدف هستند، گسترش می‌دهد و بازنمایی دسته‌هایی را که از نظر معنایی با هدف متفاوت هستند، فشرده می‌کند. ما فرضیه تغییر تنظیم را با ارزیابی هر یک از این پیش‌بینی‌ها به نوبه خود آزمایش کردیم.

تغییر تنظیمات در حضور اهداف

برای تعیین اینکه آیا توجه باعث جابجایی تنظیم به سمت مقوله مورد نظر در هنگام حضور اهداف می شود، ما ابتدا بردارهای تنظیم وکسل اندازه گیری شده در طول جستجوی بصری را در یک فضای معنایی پیوسته پیش بینی کردیم. فضای معنایی از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بردارهای تنظیم اندازه‌گیری شده در طول یک کار مشاهده غیرفعال جداگانه (روش‌های آنلاین) به دست آمد. وکسل‌های مختلفی که برای مقوله‌های معنایی مشابه تنظیم شده‌اند، به نقاط نزدیک در این فضا نمایش داده می‌شوند. سپس توزیع تنظیم را در بین وکسل‌های مدل‌سازی شده‌ای که مدل‌های دسته‌بندی معنی‌داری داشتند، تجسم کردیم (آزمون t، $P < 0.05$). ما دریافتیم که اکثر وکسل‌های مدل‌سازی‌شده به‌طور انتخابی برای دسته‌ای که شرکت می‌کنند تنظیم شده‌اند، و توجه باعث تغییر تنظیم در اکثر این وکسل‌ها می‌شود (شکل a۴).

شرایط توجه با اندازه‌گیری گزینش‌پذیری تنظیم وکسل برای انسان یا وسایل نقلیه تحت هر شرایط (روش‌های آنلاین و شکل‌های تکمیلی ۵ و a-e۶). سپس ما یک شاخص تغییر تنظیم (TSI) را محاسبه کردیم که تفاوت در گزینش پذیری را برای مقوله حضور یافته در مقابل بدون مراقبت (روش های آنلاین) خلاصه می کند. تحت این طرح، وکسلی که به سمت دسته مورد نظر تغییر می‌کند، TSI مثبت خواهد داشت. ما دریافتیم که میانگین TSI در وکسل‌های مدل‌سازی‌شده به طور قابل‌توجهی بیشتر از ۰ در همه افراد بود (آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، $P < 10^{-6}$؛ شکل تکمیلی ۷). از آنجایی که تمام

پاسخ‌ها قبل از محاسبه مقادیر TSI در هر شرایط توجه به‌صورت جداگانه نمره‌گذاری می‌شوند، این تغییرات تنظیم را نمی‌توان با تغییر در خط پایه یا افزایش پاسخ وکسل توضیح داد (به بحث مراجعه کنید). بنابراین، این نتایج با این دیدگاه سازگار است که توجه، تنظیم را تغییر می‌دهد تا بازنمایی مقوله مورد مطالعه را گسترش دهد.



شکل ۴ توجه باعث تغییرات تنظیم در تک وکسل می شود. (الف) تنظیم معنایی تک‌وکسل‌ها در دو شرایط توجه: جستجو برای انسان (سمت چپ) یا وسایل نقلیه (راست). برای ارزیابی تغییرات توجه، بردارهای تنظیم وکسل را در یک فضای معنایی پیوسته پیش‌بینی کردیم. فضای معنایی از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) بردارهای تنظیم اندازه‌گیری شده در طول یک کار مشاهده غیرفعال جداگانه استخراج شد. محورهای افقی و عمودی با مؤلفه‌های اصلی

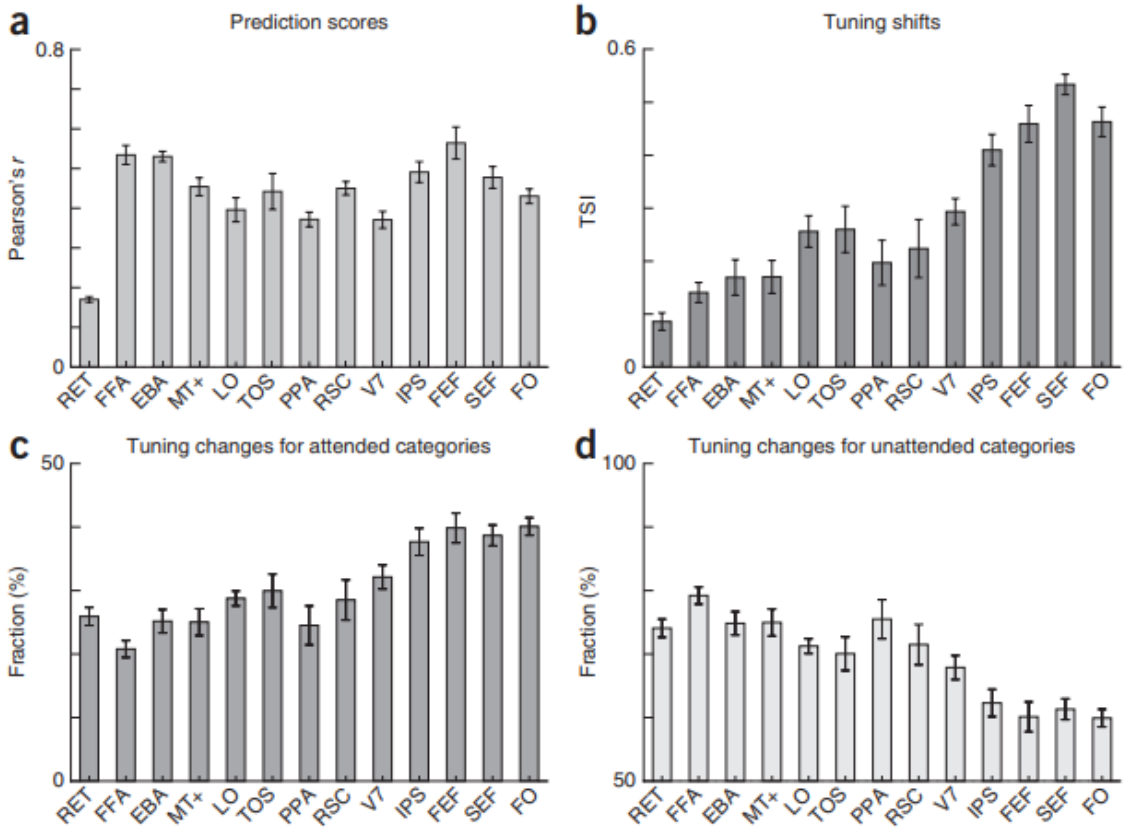
دوم و سوم مطابقت دارند (مولفه اصلی اول دسته‌هایی را با انرژی محرک بالا در مقابل کم متمایز می‌کند و بنابراین در اینجا نشان داده نشده است). در مجموع ۷۷۸۵ وکسل خوب مدل‌سازی شده با وزن مدل قابل‌توجه (آزمون t، P <0.05) و نمرات پیش‌بینی بالا (بیشتر از ۱ ثانیه بالاتر از میانگین) برای موضوع S1 نشان داده شده است. هر وکسل با یک نقطه نشان داده می شود که رنگ آن نشان دهنده TSI است: قرمز یا آبی برای جابجایی به سمت یا دور از هدف، به ترتیب. موقعیت الگوهای ایده آل برای دسته های شرکت شده به صورت دایره های رنگی نشان داده شده است. توزیع های حاشیه ای با هیستوگرام های جداگانه (سبز) نمایش داده می شوند. بیشتر وکسل‌های مدل‌سازی شده به شدت به سمت مقوله مورد مطالعه تغییر می‌کنند (آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، P <0.05) ب) TSIsبرای موضوع S1 بر روی نقشه تخت قشری نیمکره راست (RH) نشان داده شده است. نوار رنگی ۹۵٪ محدوده مرکزی TSIها را نشان می دهد و وکسل هایی با TSI ناچیز به رنگ خاکستری ظاهر می شوند (P> 0.05، بین خطوط سیاه چین). نواحی خروج سیگنال fMRI و نواحی حرکتی که از همه آنالیزها حذف شده اند با تکه های خاکستری تیره نشان داده شده اند. مرزهای نواحی قشری که توسط محلی سازهای استاندارد مشخص شده اند با خطوط سفید توپر (از نظر عملکردی) و بریده بریده (از نظر تشریحی استنباط شده) نشان داده شده اند (جدول تکمیلی ۱). نشانه های اصلی تشریحی (قلم آبی) و sulci (قلم نارنجی و خطوط سیاه) نیز برچسب گذاری شده اند (جدول تکمیلی ۲). CeS، شیار مرکزی. CiS، شیار سینگوله. CoS، شیار وثیقه؛ IFS، شیار فرونتال تحتانی. IPS، شیار داخل جداری؛ ITS، شیار گیجگاهی تحتانی. LO، کمپلکس اکسیپیتال جانبی؛ MTS، شیار گیجگاهی میانی. PfC، قشر جلوی مغز؛ PoCeS، شیار پست مرکزی. PrCu، precuneus; SFS، شیار پیشانی فوقانی. STS، شیار گیجگاهی فوقانی. TPJ، تقاطع گیجگاهی. وکسل‌ها در بسیاری از نواحی مغز، تنظیم خود را به سمت مقوله مورد نظر تغییر می‌دهند. اینها شامل بیشتر قشر شکمی-گیجگاهی، کمپلکس اکسیپیتال جانبی، IPS، IFS، SFS و بانک پشتی CiS است. در مقابل، PrCu، TPJ، PfC و نواحی در امتداد CiS قدامی تنظیم خود را از هدف جستجو دور کردند.

توزیع کورتیکال تغییرات تنظیم

مطالعات فیزیولوژی عصبی قبلی نشان داده است که تغییرات تنظیم باید در سراسر مغز گسترده باشد و از نواحی بینایی مرتبه بالاتر به قشرفرونتال ۵-۹ گسترش یابد. برای تجسم توزیع تغییرات تنظیم در سراسر قشر، ما مقادیر TSI را بر روی نقشه‌های تخت قشر پیش‌بینی کردیم. ما دریافتیم که وکسل‌ها در بسیاری از نواحی مختلف مغز، تنظیم خود را به سمت دسته مورد نظر تغییر دادند (شکل ۴ b و شکل تکمیلی ۶a-e؛ اینها شامل اکثر قشر شکمی-گیجگاهی، شیارهای جانبی-پس‌سری و داخل جداری، فرونتال تحتانی و فوقانی هستند. شیارها، و بانک پشتی شیار سینگولیتی (تصویر تکمیلی ۸ و ۹). بر خلاف اکثر نواحی مغز، وکسل‌ها در ناحیه پرکونئوس، اتصال گیجگاهی-پاریتال، قشر جلوی پیشانی قدامی و شیار سینگولیت قدامی، تنظیم خود را از ناحیه مورد نظر تغییر دادند. این یافته نشان می دهد که این نواحی مغز در تشخیص حواس پرت کننده و در پایش خطا در حین جستجوی بصری نقش دارند.

برای بررسی اینکه چگونه نواحی خاص مغز نمایش‌های خود را از دسته‌های حضور یافته و بدون مراقبت تغییر می‌دهند، تحلیل‌های دقیقی از تغییرات تنظیم در چندین منطقه مشترک مورد علاقه (ROI) انجام دادیم. ما دریافتیم که نواحی در قشر بینایی مرتبه بالاتر و نواحی قدامی مغز بیشتر دارای امتیازهای پیش بینی بالایی هستند، که نشان می دهد تغییرات تنظیم در این مناطق از نظر عملکردی مهم هستند (شکل ۵a). TSI در نواحی بصری اولیه رتینوتوپیک کوچک بود، اما در نواحی قدامی مغز که مربوط به مراحل بعدی پردازش بصری است، به طور قابل توجهی بزرگتر بود (تست علامت رتبه ویلکاکسون، P <10-6؛ شکل ۵b). این نتیجه نشان می دهد که تغییرات تنظیم توجه به تدریج به سمت مراحل بعدی پردازش قوی تر می شود. ما همچنین دریافتیم که این تغییرات تنظیم برای هر دو دسته‌های شرکت‌کننده (یعنی انسان‌ها و وسایل نقلیه؛ شکل ۵c) و دسته‌های بدون مراقبت (آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، P <10-6؛ شکل ۵d) رخ داده است. این یافته با مکانیزم توجهی سازگار است که نمایش کل فضای معنایی را در طول جستجوی بصری تغییر می دهد (شکل تکمیلی ۱d)

. در نهایت، ما دریافتیم که تغییرات تنظیم برای دسته‌های شرکت‌کننده بخش نسبتاً بزرگ‌تری از تغییر تنظیم کلی در نواحی قدامی مغز در مقایسه با نواحی بصری قبلی (شکل ۵ (cرا به خود اختصاص می‌دهد، در حالی که تغییرات برای دسته‌های بدون مراقبت، بخش نسبتاً کوچک‌تری از تنظیم را به خود اختصاص می‌دهند. تغییرات (شکل ۵ .(dروی هم رفته، این نتایج نشان می‌دهد که بیشتر نواحی قدامی مغز عمدتاً در بازنمایی دسته مورد مطالعه نقش دارند و بازنمایی‌های بصری در نواحی جلویی‌تر نسبت به مراحل اولیه پردازش بصری نسبتاً وابسته‌تر به کار جستجو هستند.

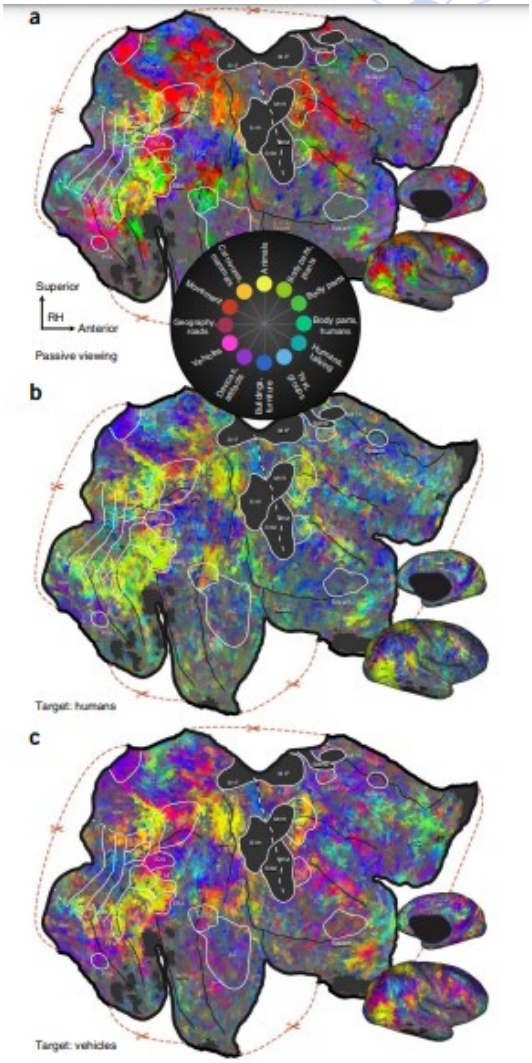


شکل ۵ توجه باعث درجات مختلفی از تغییرات تنظیم در ROIهای عملکردی می شود. (الف) نمرات پیش بینی (پیرسون r، میانگین ± نتایج s.e.mبه طور میانگین در هر پنج آزمودنی). RET، مناطق بصری اولیه V1-3. FFA، ناحیه صورت دوکی؛ EBA، ناحیه بدن خارجی؛ +MT، انسان MT; LO، کمپلکس اکسیپیتال جانبی؛ TOS، شیار اکسیپیتال عرضی. PPA، ناحیه محل پاراهیپوکامپ. RSC، قشر پشت طحالی؛ FEF، میدان های جلویی چشم؛ SEF، میدان های چشمی مکمل. FO، اپرکولوم جلویی. میانگین امتیاز پیش‌بینی در نواحی انتخابی رده در قشر پشتی و گیجگاهی (FFA، EBA، کمپلکس اکسیپیتال جانبی و) 0.48 ± 0.07 (TOSمیانگین ± s.d.)و میانگین امتیاز پیش‌بینی در نواحی قدامی بیشتر مغز در قشر فرونتال (FEF، SEF)بود. و اپرکولوم فرونتال) ۰.۰۷ ± ۰.۴۹ (میانگین ± s.d.)بود. (ب) تنظیم شاخص‌های تغییر (میانگین ± s.e.m.)در ROIعملکردی. TSIها در همه ROIها به طور قابل توجهی بیشتر از ۰ بودند (آزمون رتبه علامت دار ویلکاکسون، P <10-6). علاوه بر این، TSIبه سمت مراحل بعدی پردازش بصری افزایش یافت. (ج) کسری از تغییر تنظیم کلی (میانگین ± s.e.m.)که با تغییرات تنظیم برای دسته‌های شرکت‌کننده توضیح داده می‌شود. (د) کسری از تغییر تنظیم کلی (میانگین ± s.e.m.)که با تغییرات تنظیم برای دسته‌های بدون مراقبت توضیح داده می‌شود (یعنی هم انسان‌ها و هم وسایل نقلیه را حذف می‌کند). درجه تغییر تنظیم (یعنی TSI)با کسر واریانس توضیح داده شده توسط تغییرات تنظیم برای دسته‌های شرکت‌کننده همبستگی مثبت داشت (۰.۰۲ ± ۰.۸۶ = r، آزمون t، P <10-6)

تنظیم تغییر در غیاب اهداف

پیش‌بینی دوم فرضیه تغییر تنظیم این است که توجه حتی زمانی که هیچ هدفی وجود ندارد، باعث تغییرات تنظیم می‌شود. برای پرداختن به این مشکل، ما تنظیم وکسل را تنها با استفاده از بخش‌هایی از فیلم‌ها که شامل انسان یا وسیله نقلیه نبودند، تخمین زدیم. توجه داشته باشید که، از آنجایی که هر گونه تفاوت سیستماتیک در برانگیختگی، تنفس و توجه فضایی در شرایط توجه به احتمال زیاد زمانی رخ می دهد که اهداف وجود داشته باشند، این تجزیه و تحلیل همچنین به عنوان یک کنترل قدرتمند در برابر این عوامل مزاحم عمل می کند (روش های آنلاین). از آنجایی که داده‌های ثبت شده در زمان حضور اهداف از تجزیه و تحلیل حذف شدند، تنظیم برای دسته‌های شرکت‌کننده به طور مستقیم قابل ارزیابی نبود. با این حال، چارچوب مدل‌سازی ما به ما این امکان را می‌دهد که تغییرات تنظیم را برای دسته‌های باقی‌مانده اندازه‌گیری کنیم و جهت تغییرات را با توجه به دسته‌های مورد مطالعه از این اندازه‌گیری‌ها استنباط کنیم.

برای ارزیابی جهت تغییرات تنظیم در غیاب اهداف، بردارهای تنظیم برآورد شده در غیاب اهداف را در فضای معنایی پیش بینی کردیم. ما دریافتیم که وکسل‌ها در بسیاری از نواحی مغز تنظیم خود را به سمت دسته مورد نظر تغییر می‌دهند، حتی زمانی که هیچ هدفی وجود نداشت (شکل ۶ و شکل تکمیلی ۱۰-a e) .میانگین TSI در میان جمعیت وکسل‌های مدل‌سازی‌شده به‌طور معنی‌داری در همه افراد بیشتر از ۰ بود (آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، 6-10> P؛ شکل تکمیلی ۱۱). این نتایج نشان می‌دهد که توجه باعث تغییر تنظیم به سمت دسته مورد نظر می‌شود، حتی زمانی که هیچ هدفی وجود نداشته باشد و این تغییرات تنظیم توجه صرفاً نتیجه تشخیص هدف نیست.



شکل ۶ تنظیم معنایی برای دسته‌های بدون مراقبت به سمت مقوله حضوری تغییر می‌کند، حتی زمانی که هیچ هدفی وجود ندارد. (الف) توزیع تنظیم معنایی در سراسر قشر (موضوع S1، نیمکره راست) در طول مشاهده غیرفعال. تنظیم از پاسخ به تمام کلیپ های فیلم موجود برآورد شد. یک فضای معنایی چهار بعدی از این داده ها با استفاده از PCA استخراج شد. سپس بردار تنظیم برای هر وکسل قشر مغزی در این فضا پیش بینی شد و پیش بینی ها بر روی مولفه های اصلی دوم، سوم و چهارم به کانال های قرمز، سبز و آبی اختصاص یافت. وکسل ها با تنظیم مشابه به نقاط نزدیک در فضای معنایی نمایش داده می شوند و بنابراین رنگ های

مشابهی به آنها اختصاص می یابد. وکسل های ناچیز به رنگ خاکستری نشان داده شده اند. وکسل های زرد-سبز به طور انتخابی برای حیوانات و اعضای بدن و وکسل های بنفش-قرمز به طور انتخابی برای مکان های جغرافیایی و حرکت تنظیم شده بودند. نشانه های تشریحی مانند شکل ۴ b برچسب گذاری شده اند. (ب) توزیع تنظیم معنایی برای موضوع نشان داده شده در a، اما در طول جستجو برای انسان. تنظیم فقط از روی پاسخ‌هایی که توسط کلیپ‌های فیلمی که هدف در آن‌ها ظاهر نمی‌شد، برآورد شد. داده ها به صورت aارائه می شوند. وکسل‌های زرد-سبز که برای حیوانات و اعضای بدن تنظیم شده‌اند، در طول جستجوی انسان غالب می‌شوند. بسیاری از وکسل‌ها در نواحی عقبی که برای وسایل نقلیه تحت دید غیرفعال تنظیم شده بودند (به عنوان مثال، PPA، RSC و TOS) تنظیم خود را از وسایل نقلیه تغییر دادند، و بسیاری از وکسل‌هایی که برای انسان‌ها تحت دید غیرفعال تنظیم نشده بودند (در FEF، اپرکولوم جلو، IPS) ، PfC و قشر منزوی) تنظیم خود را به سمت انسان تغییر دادند. (ج) توزیع تنظیم معنایی برای موضوع نشان داده شده در a، اما در طول جستجوی وسایل نقلیه. تنظیم فقط از روی پاسخ‌هایی که توسط کلیپ‌های فیلمی که هدف در آن‌ها ظاهر نمی‌شد، برآورد شد. داده ها به صورت a ارائه می شوند. وکسل‌های ارغوانی ارغوانی که برای مکان‌های جغرافیایی و مصنوعات تنظیم شده بودند، در طول جستجوی وسایل نقلیه غالب بودند. بسیاری از وکسل‌ها در نواحی عقبی که برای انسان‌ها تحت دید غیرفعال تنظیم شده بودند (به عنوان مثال، EBA، FFA، TPJو PrCu) تنظیم خود را از انسان تغییر دادند، و بسیاری از وکسل‌هایی که برای وسایل نقلیه تحت دید غیرفعال تنظیم نشده بودند (در FEF، اپرکولوم جلویی). ، IPS، PfCو قشر جزیره ای) تنظیم خود را به سمت وسایل نقلیه تغییر دادند.

نمایش معنایی مقوله های بدون نظارت

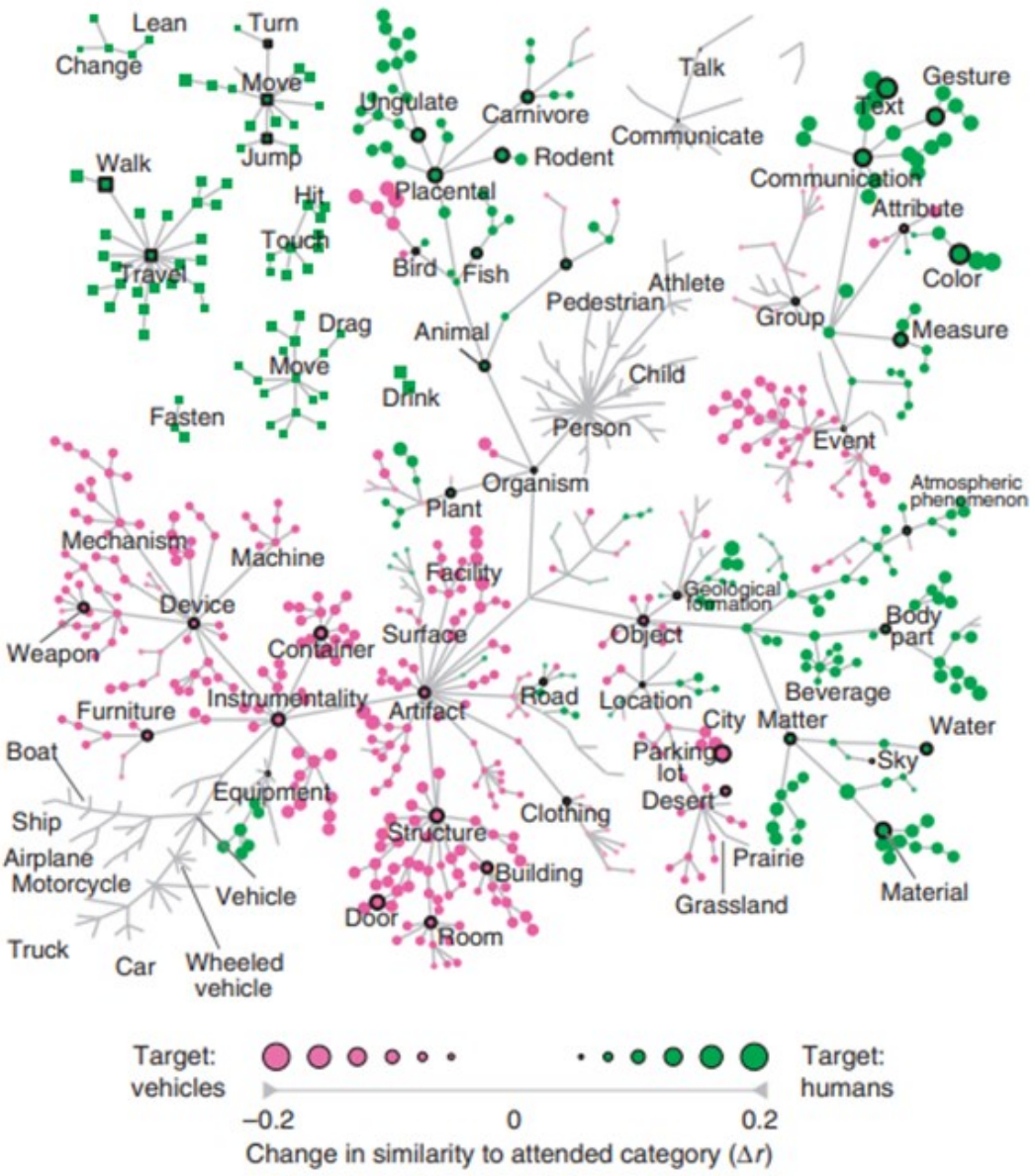
سومین پیش‌بینی فرضیه تغییر تنظیم این است که توجه، بازنمایی مقوله‌هایی را که از نظر معنایی مشابه مقوله مورد مطالعه هستند، گسترش می‌دهد، حتی زمانی که هیچ هدفی وجود ندارد. اگر بازنمایی یک مقوله بدون مراقبت بسط داده شود، نمایش آن باید به سمت نمایش مقوله حضور یافته (یعنی ناحیه ای از فضای معنایی که وکسل های زیادی برای آن تنظیم شده اند) تغییر کند. برای پرداختن به این موضوع، ما ارزیابی کردیم که چگونه شباهت بین بازنمایی دسته‌های بدون مراقبت و حضور در شرایط توجه تغییر می‌کند. شباهت بین نمایش‌های دو دسته با استفاده از همبستگی پیرسون بین الگوهای پاسخ BOLD متناظر در میان وکسل‌های خوب مدل‌سازی شده اندازه‌گیری شد. پاسخ‌ها برای دسته‌های بی‌نظارت و شرکت‌کننده به ترتیب با استفاده از بخش‌های فیلم هدف-غایب و هدف-حال برآورد شد.

ما دریافتیم که در طول جستجوی انسان، بازنمایی حیوانات، اعضای بدن، افعال کنشی و مواد طبیعی به سمت بازنمایی انسان تغییر می‌کند. در مقابل، در طول جستجوی وسایل نقلیه، نمایش ابزارها، دستگاه‌ها و ساختارها به سمت نمایش وسایل نقلیه تغییر می‌کند (آزمون رتبه‌بندی علامت‌دار Wilcoxon، P <10-4؛ شکل ۷). این نتیجه نشان می‌دهد که توجه، نمایش مقوله‌های بدون مراقبت را که از نظر معنایی شبیه به هدف هستند، به قیمت دسته‌هایی که از نظر معنایی با هدف متفاوت هستند، گسترش می‌دهد.

بحث

نتایج ما نشان می‌دهد که توجه مبتنی بر طبقه‌بندی در طول دید طبیعی باعث تغییرات تنظیم معنایی می‌شود که با مدولاسیون‌های پاسخ افزایشی یا ضربی در وکسل‌های منفرد قابل توضیح نیستند. این تغییرات تنظیم، نمایش قشر مغزی هر دو دسته‌های حضور یافته و بدون مراقبت را تغییر داد. علاوه بر این، تغییرات توجهی در تنظیم برای دسته‌های بدون مراقبت حتی زمانی که دسته‌های شرکت‌کننده در فیلم حضور نداشتند، رخ داد. این اثرات با مکانیزم توجهی سازگار است که به بهای فشرده کردن بازنمایی مقوله‌های دوردست، نمایش مقوله‌های معنایی را در نزدیکی هدف در فضای معنایی گسترش می‌دهد. از آنجایی که ما تغییرات همودینامیک را اندازه‌گیری کردیم، نمی‌توانیم استنباط مستقیمی در مورد مکانیسم‌های عصبی زمینه‌ای که تغییرات تنظیم را واسطه می‌کنند انجام دهیم. چندین مکانیسم عصبی ممکن است به طور قابل تصوری به تغییرات تنظیم معنایی در تک

وکسل‌ها کمک کند. هنگامی که اهداف در نمایشگر حضور دارند، ممکن است تغییرات در خط پایه پاسخ یا افزایش تک نورون‌هایی که روی اهداف مورد نظر تنظیم شده‌اند، به تغییرات تنظیم کمک کنند. با این حال، تغییرات تنظیم برای دسته‌های بدون مراقبت که در صورت وجود هیچ هدفی مشاهده می‌شوند را نمی‌توان با این مکانیسم توضیح داد. از آنجایی که مقوله‌های شرکت‌کننده هرگز در این موارد وجود نداشتند، نورون‌هایی که فقط برای دسته‌های شرکت‌کننده تنظیم شده بودند، هرگز وارد روش تخمین مدل نشدند و بنابراین نمی‌توانستند هیچ تأثیری بر منحنی‌های تنظیم وکسل تخمینی داشته باشند.



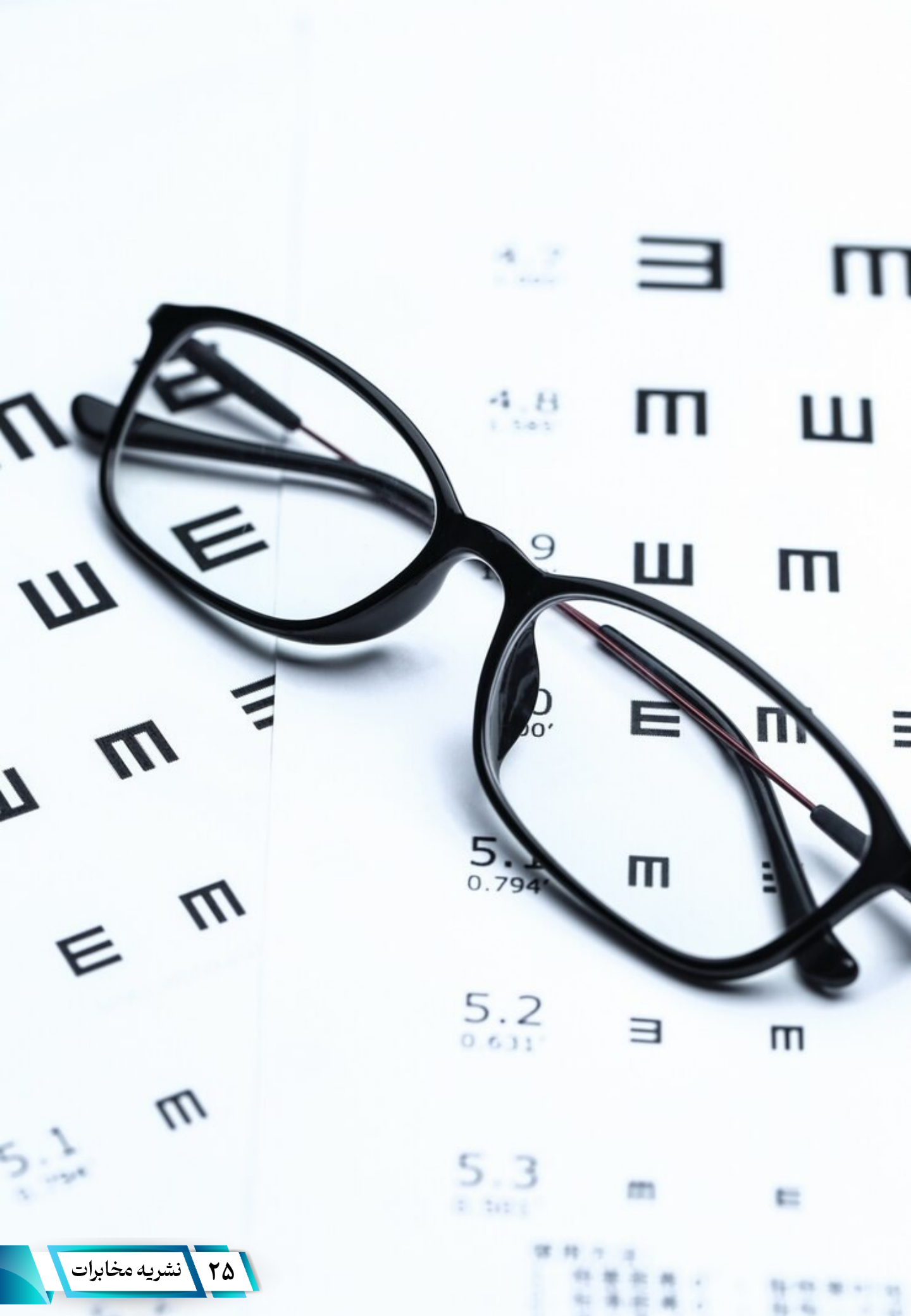
شکل ۷ توجه، نمایش مقوله‌های بدون مراقبت را که از نظر معنایی شبیه به مقوله حضوری هستند، گسترش می‌دهد. فرضیه تغییر تنظیم پیش‌بینی می‌کند که توجه، بازنمایی مقوله‌های بدون مراقبت را که در نزدیکی مقوله مورد مطالعه در فضای معنایی هستند، گسترش می‌دهد. این نشان می‌دهد که نمایش دسته‌های بدون مراقبت که از نظر معنایی مشابه هدف هستند، به سمت بازنمایی دسته‌بندی شرکت‌کننده تغییر می‌کند. برای پرداختن به این موضوع، شباهت الگوهای پاسخ BOLD برانگیخته شده توسط دسته‌های بدون مراقبت را با الگوهای برانگیخته شده توسط دسته‌های شرکت‌کننده اندازه‌گیری کردیم. در هر موضوع، الگوهای پاسخ در مجموع ۴۲۴۵-۷۷۸۵ وکسل

خوب مدل‌سازی شده که در تحلیل اصلی مورد استفاده قرار گرفتند، برآورد شد. الگوهای پاسخ برای دسته‌های بدون مراقبت و شرکت‌کننده به ترتیب با استفاده از بخش‌های فیلم هدف حضور و هدف-حال برآورد شد. شباهت الگوهای پاسخ با استفاده از همبستگی پیرسون (r) اندازه‌گیری شد و نتایج در بین آزمودنی‌ها میانگین‌گیری شد. هر گره یک شی یا عمل مجزا را نشان می دهد و برخی از گره ها برای جهت دادن به خواننده برچسب گذاری شده اند. گره ها با استفاده از روابط سلسله مراتبی موجود در واژگان WordNetسازماندهی شده اند. اندازه هر گره بزرگی تغییر شباهت را نشان می دهد (آزمون رتبه علامت دار ویلکاکسون، $P < 10^{-4}$؛ به افسانه در پایین مراجعه کنید). در طول جستجوی انسان، بازنمایی مقوله‌های مشابه معنایی (به عنوان مثال، حیوانات، اعضای بدن، افعال عمل و مواد طبیعی) به سمت بازنمایی انسان‌ها (گره‌های سبز) تغییر یافت. در طول جستجوی وسایل نقلیه، نمایش مقوله‌های معنایی مشابه (به عنوان مثال، ابزار، دستگاه‌ها و ساختارها) به سمت نمایش وسایل نقلیه (گره‌های سرخابی) تغییر یافت.

نتایج ما با مطالعات فیزیولوژی عصبی موجود مطابقت دارد که تغییرات تنظیمی را در سلول‌های عصبی منفرد در همان اوایل ناحیه V4 نشان داده‌اند (مراجعه ۵،۶)، و تغییرات تنظیم بسیار قوی‌تری را در سطوح نسبتاً بالاتر پردازش بصری و شناختی نشان داده‌اند. برخی از این مطالعات تک نورونی گزارش کرده‌اند که تغییرات تنظیم با مکانیسم فیلتر همسانی سازگار است که تنظیم را به سمت هدف مورد نظر تغییر می‌دهد و نمایش محرک‌های حضوری را به قیمت محرک‌های بدون مراقبت گسترش می‌دهد. نتایج ما همچنین با انتظارات نظری مبتنی بر ساختار تشریحی سلسله مراتب قشر مغز سازگار است. از آنجا که نورون ها اطلاعات را در مراحل متوالی پردازش جمع می کنند، مدولاسیون توجه خط پایه یا افزایش در یک سطح ناگزیر باید باعث تغییرات تنظیم در سطوح بعدی شود. بنابراین، منطقی است انتظار داشته باشیم که تغییرات در تنظیم وکسل حداقل تا حدی منعکس کننده تغییرات تنظیم در نورون های فردی در جمعیت عصبی زیربنایی باشد.

اگرچه فیلم‌های طبیعی اعتبار صوری قوی دارند، اما همبستگی‌های ذاتی در فیلم‌های طبیعی می‌تواند به طور بالقوه تفسیر نتایج را پیچیده کند. ما اقدامات متعددی انجام دادیم تا اطمینان حاصل کنیم که همبستگی های محرک نتایج ما را مخدوش نمی کند. اول، مجموعه فیلم های مورد استفاده در آزمایش ها بسیار متنوع بود. دوم، ما از یک رویکرد مدل‌سازی مبتنی بر رگرسیون استفاده کردیم که اثر همبستگی‌های باقیمانده را بر مدل‌های برازش به حداقل می‌رساند. در نهایت، ما تحلیل‌های کنترلی را روی پاسخ‌های BOLD خام انجام دادیم تا سوگیری‌های ناشی از همبستگی بین دسته‌های حضور یافته و بدون مراقبت را رد کنیم (روش‌های آنلاین). با توجه به اینکه داده های ما محدود هستند، همیشه احتمالی وجود دارد که همبستگی های باقیمانده ممکن است برخی سوگیری ها را در نتایج ایجاد کنند. با این حال، محرک‌های مصنوعی که فقط تعداد کمی از مقوله‌ها را شامل می‌شوند، سوگیری اساسی‌تر و خطرناک‌تر را معرفی می‌کنند، و بنابراین احتمال بیشتری دارد که منجر به تفسیر نادرست شوند. تفسیر آزمایش‌هایی که از مجموعه‌های محرک محدود استفاده می‌کنند، ناگزیر به یک فرض قوی از خطی بودن متکی است، یعنی پاسخ‌ها به اشیاء متعدد در یک بافت طبیعی از پاسخ‌ها به اشیاء مجزا قابل پیش‌بینی است. در مقابل، محرک های طبیعی به چنین فرضیات خطی نیاز ندارند. البته توجه داشته باشید که این موضوع مهم واقعاً به این مطالعه مربوط نمی شود. هدف اصلی این مطالعه اندازه گیری تنظیم نبود، بلکه اندازه گیری تغییرات در تنظیم بین وظایف مختلف جستجو بود. از آنجایی که محرک های طبیعی ارتباط اکولوژیکی بالایی برای جستجوی بصری طبیعی دارند، به نظر می رسد فیلم های طبیعی برای این اندازه گیری ها مناسب تر هستند. سوال مهمی که باید به آن پاسخ داده شود، نقش پردازش از پایین به بالا در مقابل بازخورد از بالا به پایین در تغییرات تنظیم اندازه گیری شده است. از آنجایی که ما در آزمایش خود از یک محرک فیلم برای دو کار جستجوی جداگانه استفاده کردیم، همه تغییرات تنظیم توجه بین دو کار لزوماً باید اثرات تعدیلی از بالا به پایین را منعکس کنند. ما تغییرات تنظیم کوچکی را در نواحی بینایی اولیه رتینوتوپیک و تغییرات تنظیم قابل توجهی بزرگتر در نواحی بینایی بالاتر در قشر

اکسیپیتومپورال و نواحی نسبتاً قدامی مغز پیدا کردیم. ما همچنین دریافتیم که تغییرات تنظیم را نمی‌توان با مدولاسیون‌های پاسخ برای ویژگی‌های بصری سطح پایین‌تر که در مناطق بصری اولیه نشان داده می‌شوند توضیح داد. این نتایج نشان می‌دهد که مدولاسیون‌های توجه در درجه اول نمایش معنایی را در مراحل بعدی پردازش بصری منحرف می‌کنند. با این حال، ماهیت آهسته پاسخ‌های BOLD، اندازه‌گیری رابطه زمانی بین سیگنال‌هایی که در نواحی مختلف مغز در این مراحل بعدی پردازش ایجاد می‌شوند را برای هر مطالعه fMRI دشوار می‌کند. روشی که توجه تشخیص هدف را بهینه می کند نه تنها به هدف، بلکه به شباهت بین هدف و حواس پرت کننده ها نیز بستگی دارد. اگر هدف بسیار متفاوت از حواس پرت کننده ها باشد، تشخیص هدف را می توان با تغییر تنظیم به سمت هدف ۵ بهینه کرد. با این حال، اگر هدف بسیار شبیه به حواس‌پرنده‌ها باشد، تشخیص هدف را می‌توان با افزایش نمایش ویژگی‌های نامرتبط با کار که به طور بهینه هدف را از حواس‌پرنده‌ها متمایز می‌کند، بهبود بخشید. در اینجا، اهداف توجه بسیار متمایز بودند (انسان و وسایل نقلیه)، بنابراین طبیعی است که انتظار داشته باشیم که تنظیم باید به سمت هدف تغییر کند. یک موضوع مهم برای تحقیقات آینده تعیین این است که آیا توجه زمانی که هدف و حواس‌پرت کننده‌ها بسیار شبیه به هم هستند، باعث تغییر تنظیمات به سمت ویژگی‌های بی‌ربط به کار می‌شود یا خیر.



در نتیجه، ما دریافتیم که جستجوی بصری طبیعی برای یک مقوله واحد، کل فضای معنایی را منحرف می‌کند و نمایش مقوله‌های معنایی نزدیک را به قیمت مقوله‌های دورتر گسترش می‌دهد. این اثر دیدگاه پویاتری از توجه را نسبت به آنچه در دیدگاه مرسوم فرض می‌شود نشان می‌دهد که توجه مکانیسم ساده‌ای است که صرفاً خط پایه یا افزایش خطوط برچسب‌گذاری شده را تعدیل می‌کند. این مکانیسم پویا می‌تواند وضوح مؤثر سیستم بصری را برای جستجوی بصری طبیعی بهبود بخشد و احتمالاً استفاده از منابع عصبی محدود را برای انجام جستجوی کارآمد برای بسیاری از دسته‌های اشیاء مختلف ممکن می‌سازد. به طور کلی، این یافته ها به توضیح توانایی حیرت انگیز انسان برای انجام وظایف بصری پیچیده در یک محیط طبیعی همیشه در حال تغییر کمک می کند.

منابع:

1. Olshausen, B.A., Anderson, C.H. & Van Essen, D.C. A neurobiological model of visual attention and invariant pattern recognition based on dynamic routing of information. J. Neurosci. 13, 4700–4719 (1993). 2. Luck, S.J., Chelazzi, L., Hillyard, S.A. & Desimone, R. Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4 of macaque visual cortex. J. Neurophysiol. 77, 24–42 (1997). 3. McAdams, C.J. & Maunsell, J.H. Effects of attention on orientation-tuning functions of single neurons in macaque cortical area V4. J. Neurosci. 19, 431–441 (1999). 4. Reynolds, J.H., Pasternak, T. & Desimone, R. Attention increases sensitivity of V4 neurons. Neuron 26, 703–714 (2000). 5. David, S.V., Hayden, B.Y., Mazer, J.A. & Gallant, J.L. Attention to stimulus features shifts spectral tuning of V4 neurons during natural vision. Neuron 59, 509–521 (2008). 6. Connor, C.E., Preddie, D.C., Gallant, J.L. & Van Essen, D.C. Spatial attention effects in macaque area V4. J. Neurosci. . 17, 3201–3214 (1997). 7. Asaad, W.F., Rainer, G. & Miller, E.K. Task-specific neural activity in the primate prefrontal cortex. J. Neurophysiol. 84, 451–459 (2000). 8. Warden, M.R. & Miller, E.K. Task-dependent changes in short-term memory in the prefrontal cortex. J. Neurosci. 30, 15801–15810 (2010). 9. Johnston, K. & Everling, S. Neural activity in monkey prefrontal cortex is modulated by task context and behavioral instruction during delayed-match-to-sample and conditional prosaccade-antisaccade tasks. J. Cogn. Neurosci. 18, 749–765 (2006). 10. Mazer, J.A. & Gallant, J.L. Goal-related activity in V4 during free viewing visual search. Evidence for a ventral stream visual salience map. Neuron 40, 1241–1250 (2003). 11. Huth, A.G., Nishimoto, S., Vu, A.T. & Gallant, J.L. A continuous semantic space describes the representation of thousands of object and action categories across the human brain. Neuron 76, 1210–1224 (2012). 12. Peelen, M.V., Li, F.F. & Kastner, S. Neural mechanisms of rapid natural scene categorization in human visual cortex. Nature 460, 94–97 (2009). 13. Li, F.F., VanRullen, R., Koch, C. & Perona, P. Rapid natural scene categorization in the near absence of attention. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99, 9596–9601 (2002). 14. O'Craven, K.M., Downing, P.E. & Kanwisher, N. fMRI evidence for objects as the units of attentional selection. Nature 401, 584–587 (1999). 15. Reddy, L. & Kanwisher, N. Category selectivity in the ventral visual pathway confers robustness to clutter and diverted attention. Curr. Biol. 17, 2067–2072 (2007). © 2013 Nature America, Inc. All rights reserved. advance online publication nature NEUROSCIENCE a r t ic l e s 16. Bartels, A. & Zeki, S. Functional brain mapping during free viewing of natural scenes. Hum. Brain Mapp. 21, 75–85 (2004). 17. Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G. & Malach, R. Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. Science 303, 1634–1640 (2004). 18. Kay, K.N., Naselaris, T., Prenger, R.J. & Gallant, J.L. Identifying natural images from human brain activity. Nature 452, 352–355 (2008). 19. Nishimoto, S. et al. Reconstructing visual experiences from brain activity evoked by natural movies. Curr. Biol. 21, 1641–1646 (2011). 20. Naselaris, T., Prenger, R.J., Kay, K.N., Oliver, M. & Gallant, J.L. Bayesian reconstruction of natural images from human brain activity. Neuron 63, 902–915 (2009). 21. Mitchell, T.M. et al. Predicting human brain activity associated with the meanings of nouns. Science 320, 1191–1195 (2008). 22. Miller, G. WordNet: a lexical database for English. Commun. ACM 38, 39–41 (1995). 23. Benjamini, Y. & Yekutieli, D. The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency. Ann. Stat. 29, 1165–1188 (2001). 24. Corbetta, M. & Shulman, G.L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. Nat. Rev. Neurosci. 3, 201–215 (2002). 25. Carter, C.S. Anterior cingulate cortex, error detection and the online monitoring of performance. Science 280, 747–749 (1998). 26. Womelsdorf, T., Anton-Erxleben, K., Pieper, F. & Treue, S. Dynamic shifts of visual receptive fields in cortical area MT by spatial attention. Nat. Neurosci. 9, 1156–1160 (2006). 27. Haxby, J.V. et al. Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. Science 293, 2425–2430 (2001). 28. Turin, G. An introduction to matched filters. IEEE Trans. Inf. Theory 6, 311–329 (1960). 29. Navalpakkam, V. & Itti, L. Search goal tunes visual features optimally. Neuron 53, 605–617 (2007).

VOLUME
TUNING
513
720
980
1320
1629

رادیو شناخت گر (Cognitive Radio) پارت۱

گردآورنده: رضا اکبری صدیق

کارشناسی ارشد مهندسی برق مخابرات دانشگاه تبریز

گرایش مخابرات موج و میدان

با پیشرفت روزانه علم مخابرات بی سیم و افزایش کاربرد ها و کاربران آن، نیاز به پروتکلی که فضاهای خالی در طیف فرکانسی را تشخیص دهد و شروع به برقراری ارتباط در این فضای خالی بکند بیش از پیش احساس می شود. بررسی فضاهای خالی و تشخیص آن، نیاز به دستگاهی دارد که به طور مداوم طیف فرکانسی را اسکن و سپس شروع به پردازش اطلاعات مربوط به آن فضاهای خالی (فضای سفید) و بعداً شروع به مخابره در آن فضای خالی بکند و درنهایت وارد چرخه یادگیری از این فرآیندها شود تا برای کاربردهای آینده با بازده بیشتری عمل بکند.

یک رادیو شناخت گر در بستر یک رادیویی که اساس نرم افزاری دارد ساخته میشود که قابلیت اضافی یادگیری را دارد. کمیسیون ارتباطات فدرال [1] به وضوح از کم کار کشیدن از طیف رادیویی صحبت میکند. این سازمان فرکانس های استفاده نشده در بازه های زمانی مختلف را به عنوان بخش تلف شده طیف فرکانسی معرفی میکند. برای حل این مشکل ۳ راه حل اساسی پیشنهاد شده است که عبارت انداز:

۱)تخصیص مجدد طیف [2]

۲)اجاره یا فروش طیف [3]

۳)به اشتراک گذاری طیف [4]

راه حل اول می‌تواند به عنوان یک راه حل طولانی مدت مورد استفاده قرار گیرد این راه حل کمیسیون ارتباطات فدرال را بر آن داشته است که فرکانس‌های مختلفی را که قبلاً برای ارتباطات بیسیم زمینی مورد استفاده قرار می‌گرفتند مجددا شروع به تخصیص آن به کاربردهای جدید بکند. برای نمونه می‌توان به فرکانس ۷۰۰ مگاهرتز اشاره کرد که مختص تلویزیون است و برای پروتکل رادیو شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استاندارد IEEE 802.22 برای این ایجاد شده است که از فرکانس‌های استفاده نشده و خالی تلویزیون سود ببرند و دسترسی بیسیم پهن باند را برای خانه‌های شهری فراهم کند. برخی از وظایف این استاندارد شامل مدیریت انتخاب کانال و زمانبندی سنجش طیف و بروزرسانی مکان جغرافیایی کاربران میشود..

راه حل دوم امکان اجاره یا فروش کانال‌ها را بین کاربران مختلف میدهد.

راه حل سوم که به نظر پتانسیل بالایی را دارد، براساس به اشتراک گذاری پویای طیف فرکانسی استوار است. منظور پویا این است که طیف و فرکانس به اشتراک گذاشته ثابت نیست و با توجه به ترافیک مربوطه تغییر میکند.

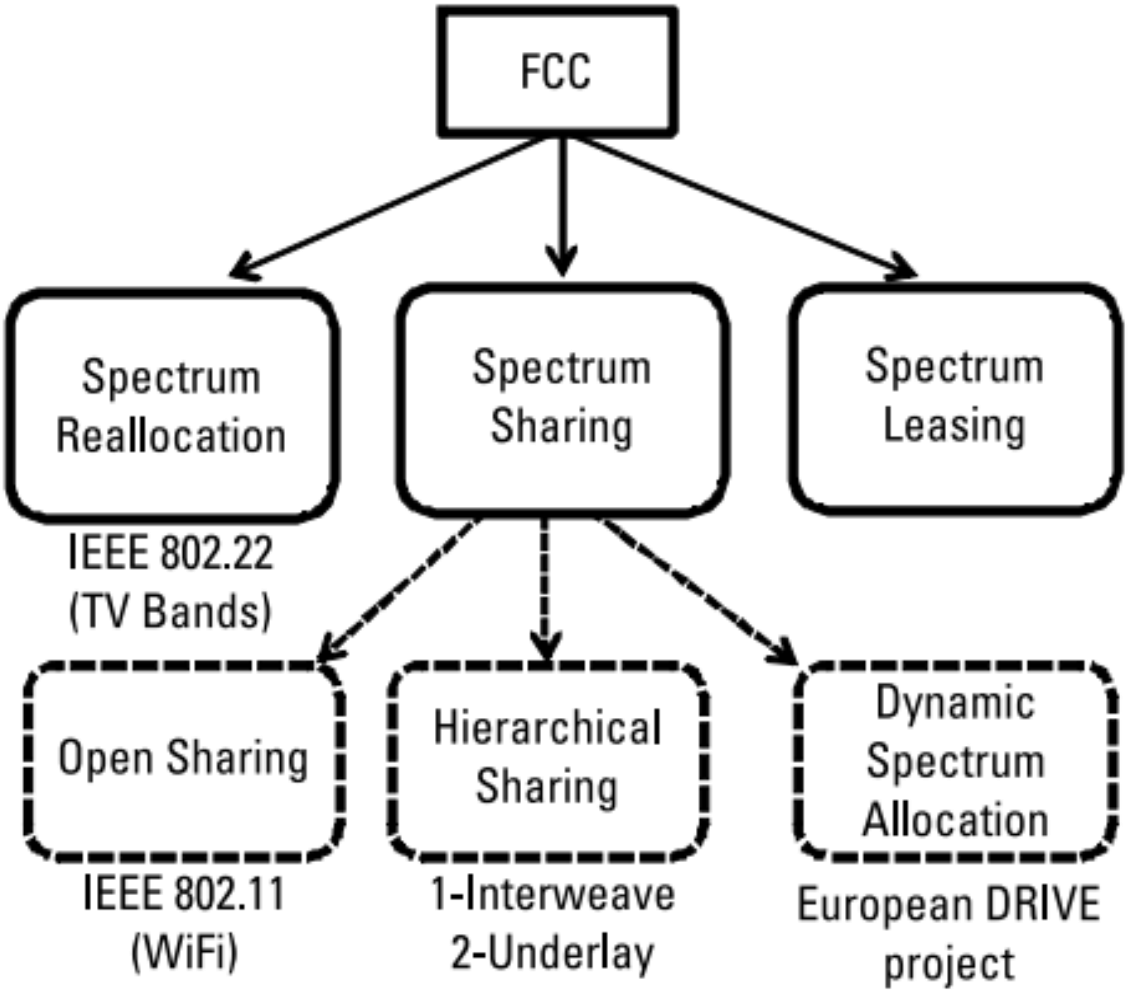
این روش در ۳ مد کاری مختلف کار میکند که مد اول امکان دسترسی آزاد را به تمام کاربران میدهد. به عنوان مثال میتوان به باند ISM اشاره کرد که IEEE 802.11 (Wi-Fi) و بلوتوث به صورت همزمان وجود دارند و تمامی کاربران میتوانند به صورت همزمان به طیف آن دسترسی پیدا کنند در صورتی که محدودیت سیگنال ارسالی را اقناع کنند.

مد دوم به عنوان به اشتراک گذاری سلسله مراتبی شناخته می‌شود که طیف را به کاربران اولیه اختصاص می‌دهد کاربران اولیه طیف

1. Federal Communications Commission (FCC)
2. Spectrum Reallocation
3. Spectrum leasing
4. Spectrum Sharing
5. Open Sharing
6. Industrial-Scientific Medical
7. Hierarchical Sharing
8. Primary User
9. Secondary User

وسیعی از باندهای فرکانسی را تحت تملک دارند اما به صورت تمام و کمال ازکانال‌ها استفاده نمی‌کنند. این کانال‌ها می‌تواند به کاربران بدون مجوز به اجاره واگذار شود که این افراد به عنوان کاربران ثانویه شناخته می‌شوند. اجاره چنین کانال‌هایی به کاربران ثانویه تنها در صورتی منطقی است که کیفیت سرویس به هیچ وجه از بین نرود.

آخرین مد کاری مربوط به تخصیص پویای طیف می‌شود این مد برای اولین بار در پروژه اروپایی درایو مورد استفاده قرار گرفت که در آن باندهای فرکانسی به صورت پویا به کاربران بیسیم با توجه به موقعیت آنها و وضعیت ترافیک آنها اختصاص داده می‌شد. اختصاص پویای طیف به سیستم‌های بیسیم این اجازه را می‌دهد که به صورت انحصاری طیف را در یک ناحیه و در یک بازه زمانی مشخص مورد استفاده قرار دهند. با این حال این رویکرد نمیتواند به صورت کامل در استفاده از فضاهای موقتی خالی ایجاد شده به صورت ناگهانی در ترافیک سرویس بیسیم موثر واقع شود. در شکل ۱ خلاصه‌ای از مطالب گفته شده آورده شده است:

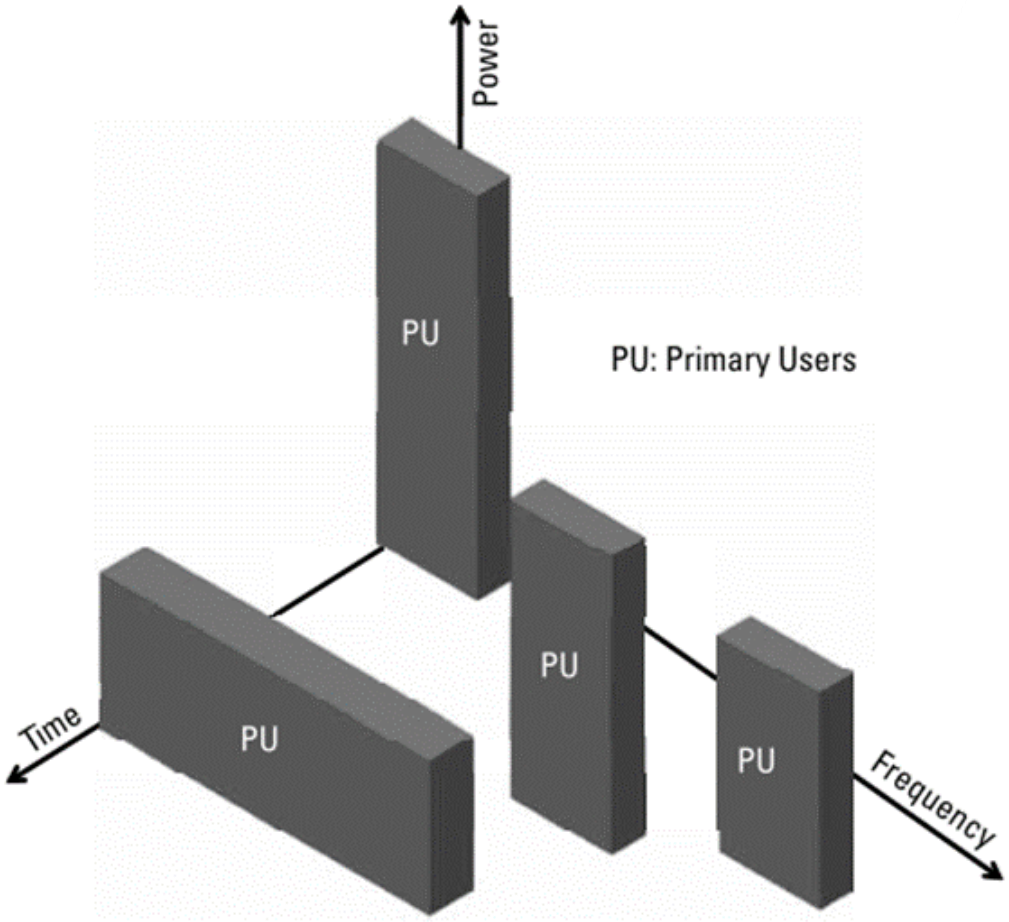


شکل ۱:

راه حل های پیشنهادی برای مدیریت طیف فرکانسی

1. Interweave
2. Underlay

ما در این مقاله به بررسی به اشتراک گذاری سلسله مراتبی خواهیم پرداخت که در دو مد کاری در هم آمیخته[1] و لایه زیرین[2] برای دستیابی به بازدهی بیشینه کار میکند. در هر دو نوع مد کاری، قسمت های استفاده نشده از فضاهای سفید یا خالی طیف همیشه بررسی می شوند. کاربران اولیه و ثانویه پس از شناسایی به صورت پویا به بخش های مختلف این طیف تخصیص داده می شوند. کاربران ثانویه عمدتاً به فضاهای سفید کانال اختصاص داده می شوند. شکل ۲ تخصیص کاربران اولیه را بر روی باندهای مختلف کانال در نمونه های زمانی مختلف و سطوح مختلف توان انتقالی نشان می دهد.



شکل ۲:

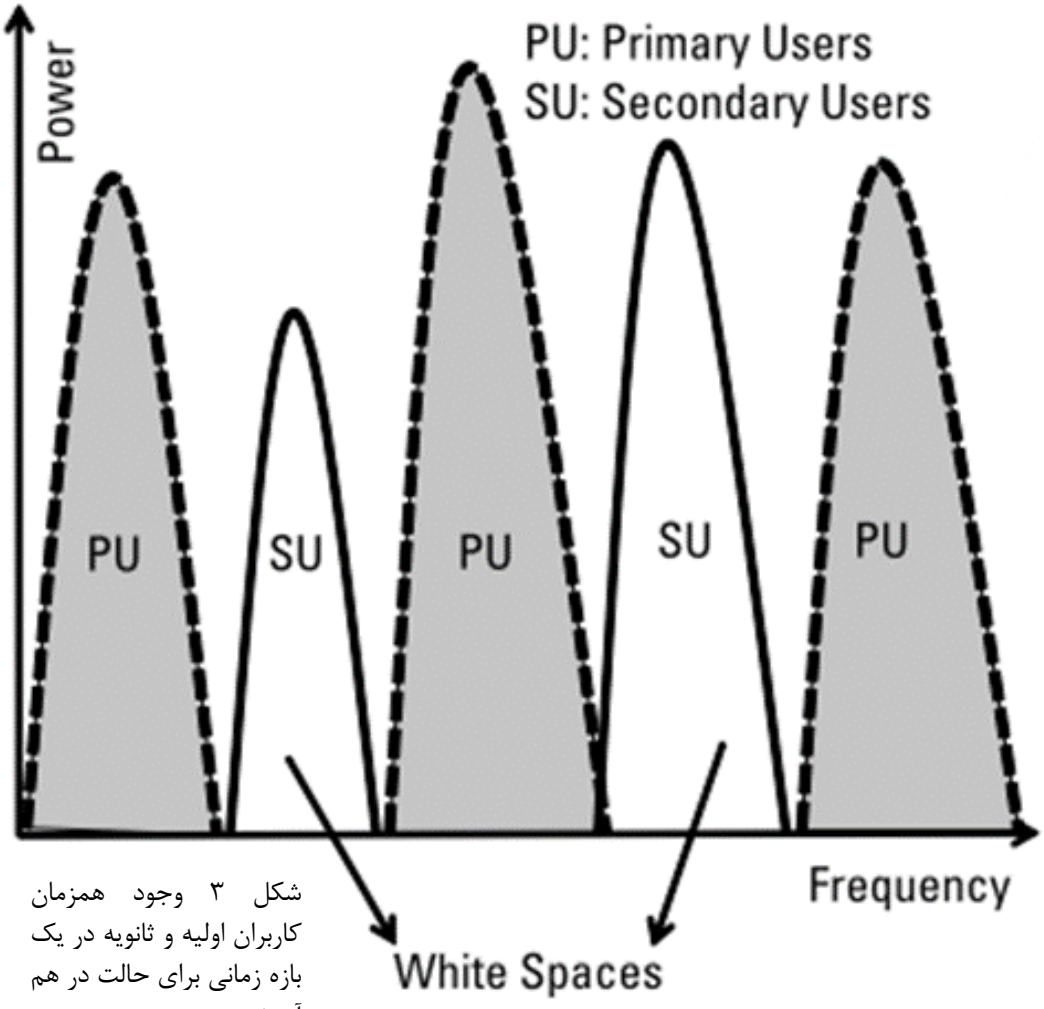
پراکندگی کاربران اولیه در کل کانال رادیو شناخت گر

1. Ultra-Wide Band (UWB)

LOUDNESS
TREBLE
BASS
AM LW SW
FM
OFF ON AFC

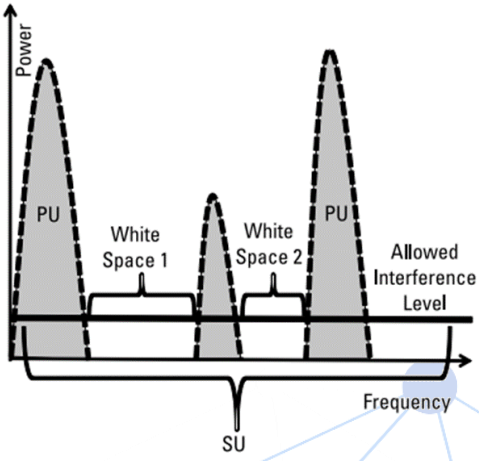
در مد کاری درهم آمیخته وظیفه اصلی دستگاه رادیو شناخت گر، جستجو برای پیدا کردن فضاهای خالی و تصمیم گیری بر این که کدام فضای خالی را به کاربران ثانویه تحت قوانین خاصی، اختصاص دهد.

کاربران ثانویه در این مورد بدون هیچ گونه محدودیت، توان ارسال می کنند. شکل ۳ وجود همزمان کاربران اولیه و ثانویه را در یک محیط درهم آمیخته را در یک لحظه معین نشان می دهد.



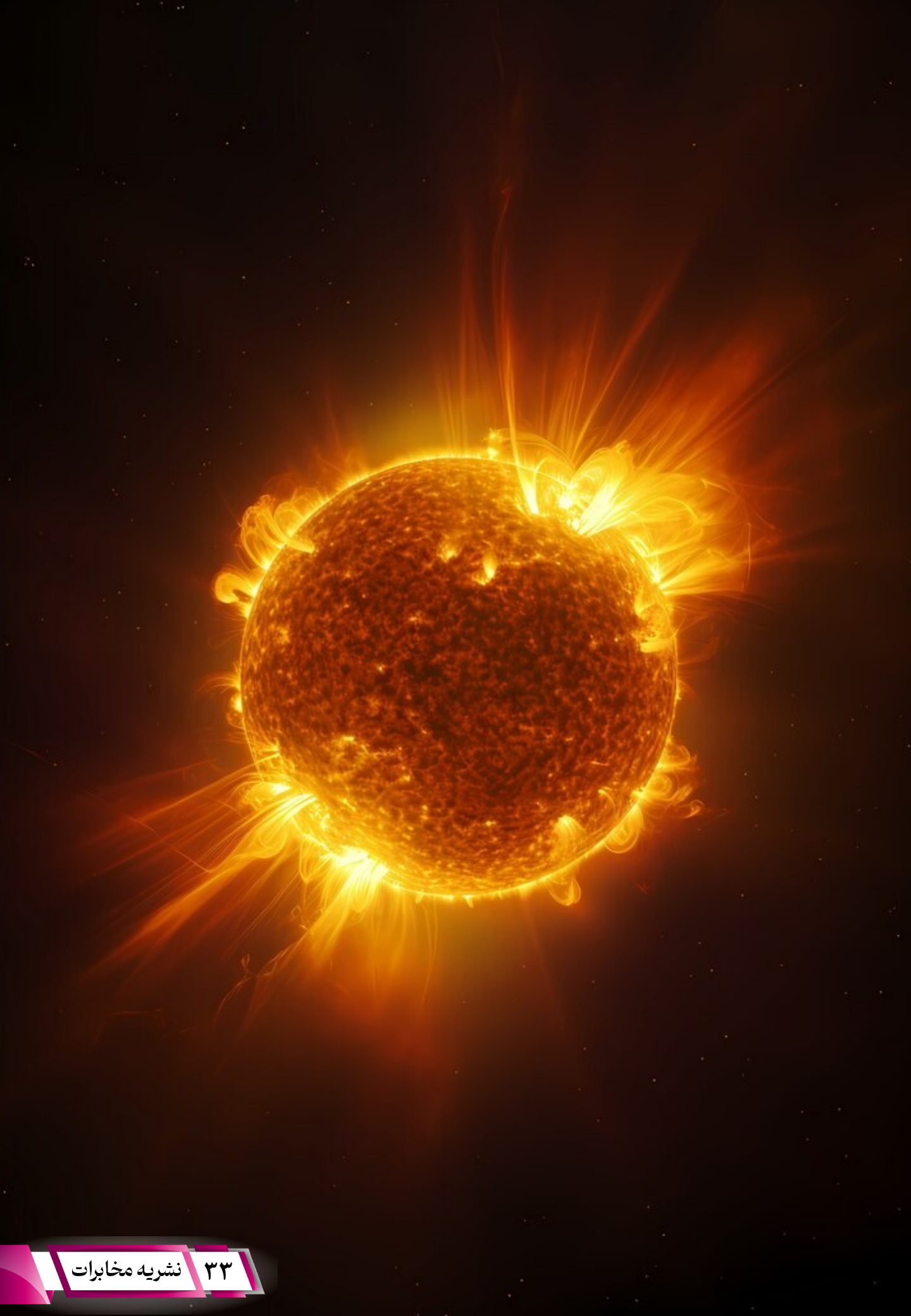
شکل ۳ وجود همزمان کاربران اولیه و ثانویه در یک بازه زمانی برای حالت در هم آمیخته

کانال به طور مداوم برای جلوگیری از برخورد و تداخل با کاربران اصلی و سایر کاربران ثانویه احتمالی، اسکن میشود. در حالت کار لایه زیرین، رادیو شناختی فضاهای سفید را نیز جستجو می‌کند که با ارسال سیگنال‌های فوق پهن باند[1] زیر سطح تداخل کاربران اصلی به دست می‌آید به بیان دیگر و همانطور که در شکل ۴ نمایش داده شده است، کاربر ثانویه در صورتی میتواند از کانال کاربر اولیه استفاده کند که زیر یک سطح تداخل مشخص باشد که باعث تخریب کیفیت سرویس کاربر اولیه نشود.



شکل ۴ وجود همزمان کاربران اولیه و ثانویه در یک بازه زمانی برای حالت لایه زیرین

1. Ultra-Wide Band (UWB)



میـــــــدان‌های مغـــناطیسی خـــورشـــــــــیـــــد

گردآورنده: محمد امین زینالی سابق

کارشناسی ارشد فیزیک دانشگاه تبریز

گرایش نجوم و اخترفیزیک

سطح خورشید به‌جای اینکه دیسکی آرام و زرد-مایل-به-سفید باشد همانطوریکه از روی زمین می‌بینیم، در واقع بسیار پر تلاطم و پویاست. حلقه‌های مارپیچی بلند و طوفان‌های گردابی وجود دارند که به تاج خورشید، یعنی بخش بالایی جو خورشید با دمای میلیون درجه، کشیده می‌شوند. اما این پدیده‌ها را با چشم غیرمسلح نمی‌توان دید. در دهه ۱۹۵۰، اولین بار توانستیم نگاهی به این ماده خورشیدی باله ای بیندازیم،که نور را فقط در طول موج های نامرئی ساطع می کند.

هنگامی که این سیستم پویا شناسایی شد، گام بعدی این بود که بفهمیم چه چیزی باعث آن شده است. برای این منظور، دانشمندان به ترکیبی از رصدهای زنده و شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای روی آورده‌اند تا به بهترین وجه چگونگی حرکت مواد در کرونای خورشید را تحلیل کنند. می دانیم که پاسخ ها در این واقعیت نهفته است که خورشید یک ستاره مغناطیسی غول پیکر متشکل از موادی است که هماهنگ با قوانین الکترومغناطیس رفتار میکند.

علت ایجاد میدان مغناطیسی خورشید با توجه به نظریه دینامو توضیح داده شده‌است. بر پایه این نظریه؛ یک ژنراتور الکتریکی به‌طور طبیعی در خورشید وجود دارد، این ژنراتور با استفاده از اصول فیزیکی مختلف، جریان‌های الکتریکی و در نتیجه میدان مغناطیسی تولید می‌کند. قوانین الکترومغناطیس (مانند قوانین آمپر، فارادی و اهم) به همراه قوانین دینامیک سیالات، چارچوب این فرآیند را تشکیل می‌دهند. با ترکیب این قوانین، علم مغناطوهیدرودینامیک (MHD) شکل می‌گیرد. به بیان دیگر میدان های مغناطیسی از فرآیندهای القایی ناشی از حرکات همرفتی(فرآیندی که در آن ماده‌ی داغ بالا رفته و جای خود را به ماده‌ی سردتر می‌دهد.) که انرژی حاصل از همجوشی هسته ای را به سمت سطح ستاره منتقل می کنند، پدید می آیند.

با وجود اینکه دینامو‌ی خورشیدی از این قوانین شناخته شده تبعیت می‌کند، هنوز جزئیات دقیق عملکرد آن به طور کامل شناخته شده نیست. دانشمندان همچنان در حال تحقیق و مطالعه برای درک بهتر این فرآیند پیچیده هستند. ۲

مغناطوهیدرودینامیک (MHD) مدلی برای مطالعه سیالات رسانای الکتریکی است. در این مدل، تمام ذرات ریز تشکیل‌دهنده‌ی سیال با هم به عنوان یک ماده‌ی پیوسته در نظر گرفته می‌شوند. این مدل به طور خاص رفتارهای مغناطیسی با فرکانس پایین و در مقیاس بزرگ را در پلاسماها و فلزات مذاب بررسی می‌کندکه کاربردهای گسترده‌ای در زمین‌شناسی، اخترفیزیک و مهندسی دارد.

نام مغناطوهیدرودینامیک از سه بخش تشکیل شده است:

- مغناطو: به معنای میدان مغناطیسی
- هیدرو: به معنای آب (به طور کلی مایعات)
- دینامیک: به معنای حرکت

بنابراین، MHD به معنای دینامیک میدان‌های مغناطیسی در سیالات است. پایه‌گذار این علم، هانس الفون است که در سال ۱۹۷۰ به خاطر آن جایزه نوبل فیزیک دریافت کرد.

به طور کلی، خورشید مانند یک آهنربای دو قطبی عمل می‌کند که دارای یک قطب مثبت و یک قطب منفی است (شکل ۱). اما بر روی این میدان پایه (به نام میدان دو قطبی)، تعداد زیادی میدان‌های موضعی پیچیده وجود دارد که به مرور زمان تغییر می‌کنند. مناطقی که میدان مغناطیسی خورشید به طور ویژه‌ای قوی است، مناطق فعال نامیده می‌شوند و اغلب لکه‌های

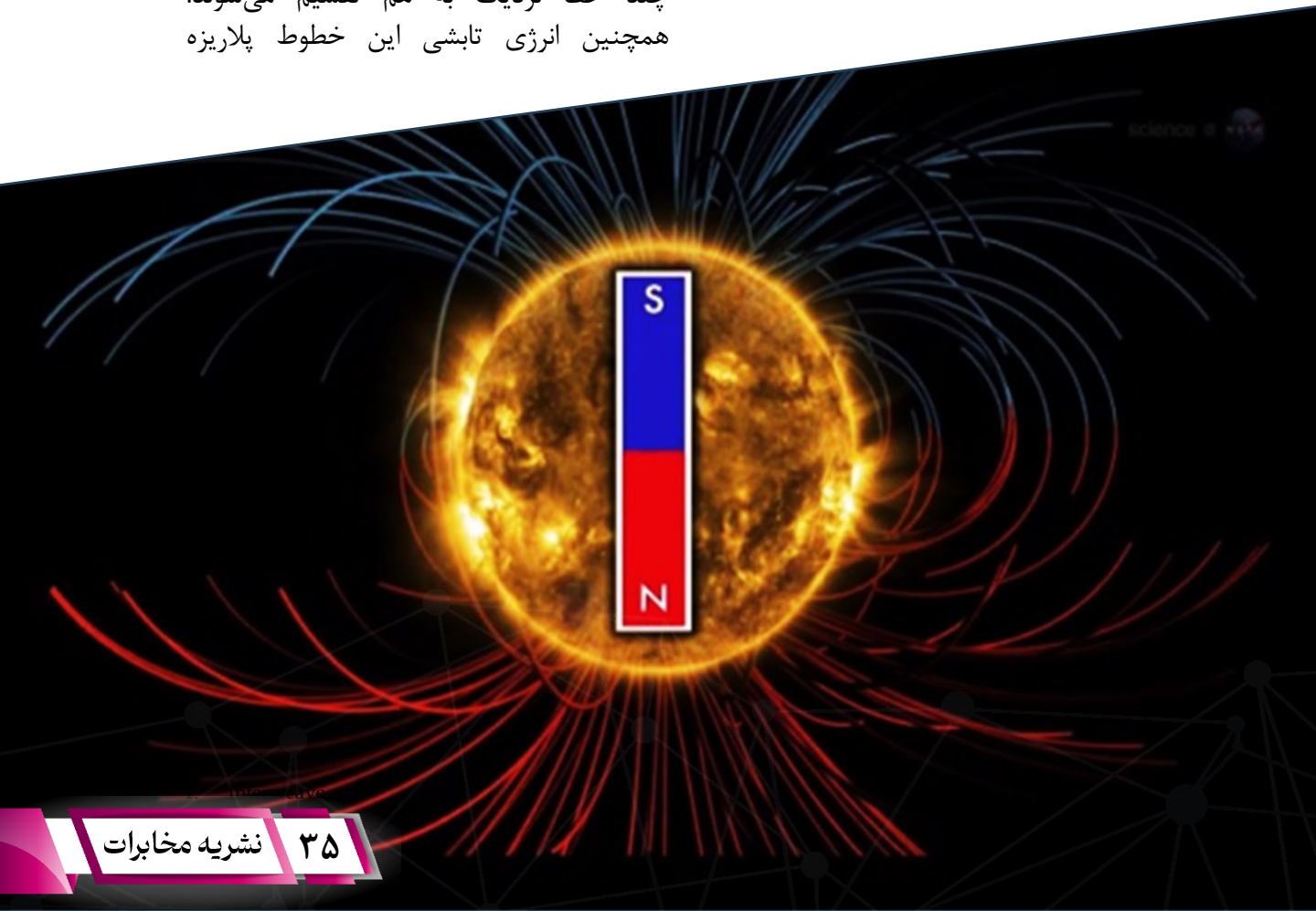
خورشیدی قابل مشاهده‌ای را ایجاد می‌کنند. میدان مغناطیسی موضعی در اطراف یک لکه خورشیدی بزرگ می‌تواند تا ۴۰۰۰ گاوس باشد، که بسیار بیشتر از میانگین میدان خورشید است.

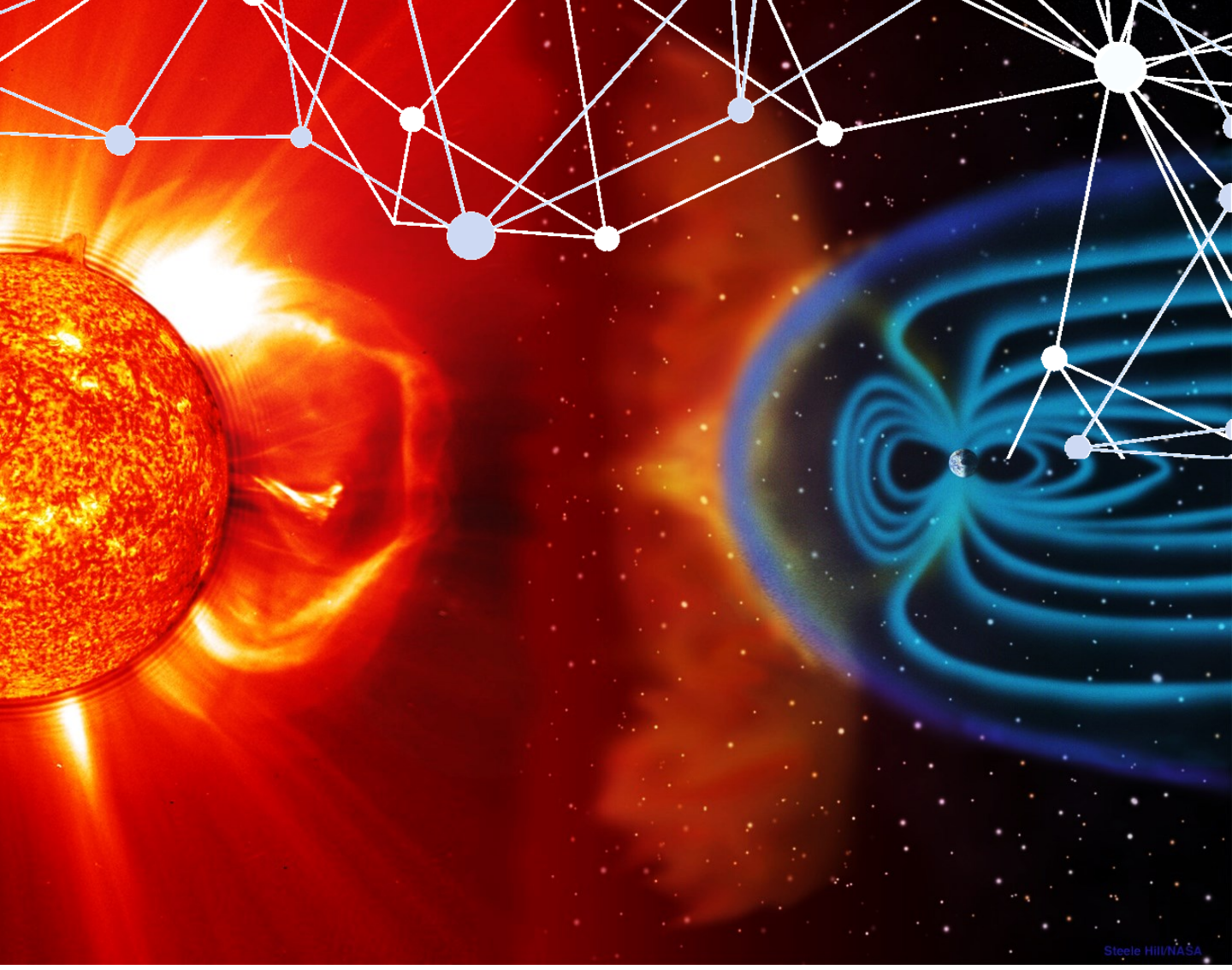
اختلالات در میدان‌های مغناطیسی نزدیک مناطق فعال می‌تواند انفجارهای پر انرژی مانند فوران‌های خورشیدی و پرتاب‌های جرم از تاج(CME) را ایجاد کند.

انفجار CMEحدود یک میلیارد تن مواد را با سرعت چند صد کیلومتر بر ثانیه از خورشید خارج می کند. مشخص شده است که طوفان‌های شدید ژئومغناطیسی توسط پرتاب‌های جرم از تاج (CMEs) ، ایجاد می‌شوند. هنگامی که یک CME به زمین می رسد، برخورد آن مغناطوسفر زمین را مختل می کند و یک طوفان ژئومغناطیسی به راه می اندازد. یکی از مشکلات جدی که می‌تواند در طول طوفان ژئومغناطیسی رخ دهد، آسیب به ماهواره‌های در حال گردش به دور زمین، به ویژه ماهواره‌های موجود در مدارهای همزمان با زمین (ژئوسنکرون) است. ماهواره‌های ارتباطی معمولا در این مدارهای بالا قرار دارند. در طول طوفان، ماهواره به شدت شارژ می‌شود و جریان الکتریکی بالا که به ماهواره تخلیه می‌شود، می‌تواند به اجزای آن آسیب برساند. همچنین، امکان آسیب به اجزای ماهواره توسط ذرات پر انرژی که به آن نفوذ می‌کنند، وجود دارد.

نکته جالب اینجاست که جهت قطب های مغناطیسی خورشید هر ۱۰ تا ۱۱ سال یک بار عوض می‌شود؛ این تغییر با ظهور لکه‌های خورشیدی جدید در عرض‌های جغرافیایی ۳۸ تا ۴۰ درجه قابل مشاهده است.

میدان مغناطیسی ستارگان را می‌توان با استفاده از اثر زیمان اندازه‌گیری کرد. به طور معمول، اتم‌های موجود در اتمسفر یک ستاره فرکانس‌های خاصی از انرژی در طیف الکترومغناطیسی را جذب می‌کنند و خطوط تیره جذبی مشخصی را در طیف ایجاد می‌کنند. با این حال، هنگامی که اتم‌ها تحت تأثیر یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، این خطوط به چند خط نزدیک به هم تقسیم می‌شوند. همچنین انرژی تابشی این خطوط پلاریزه



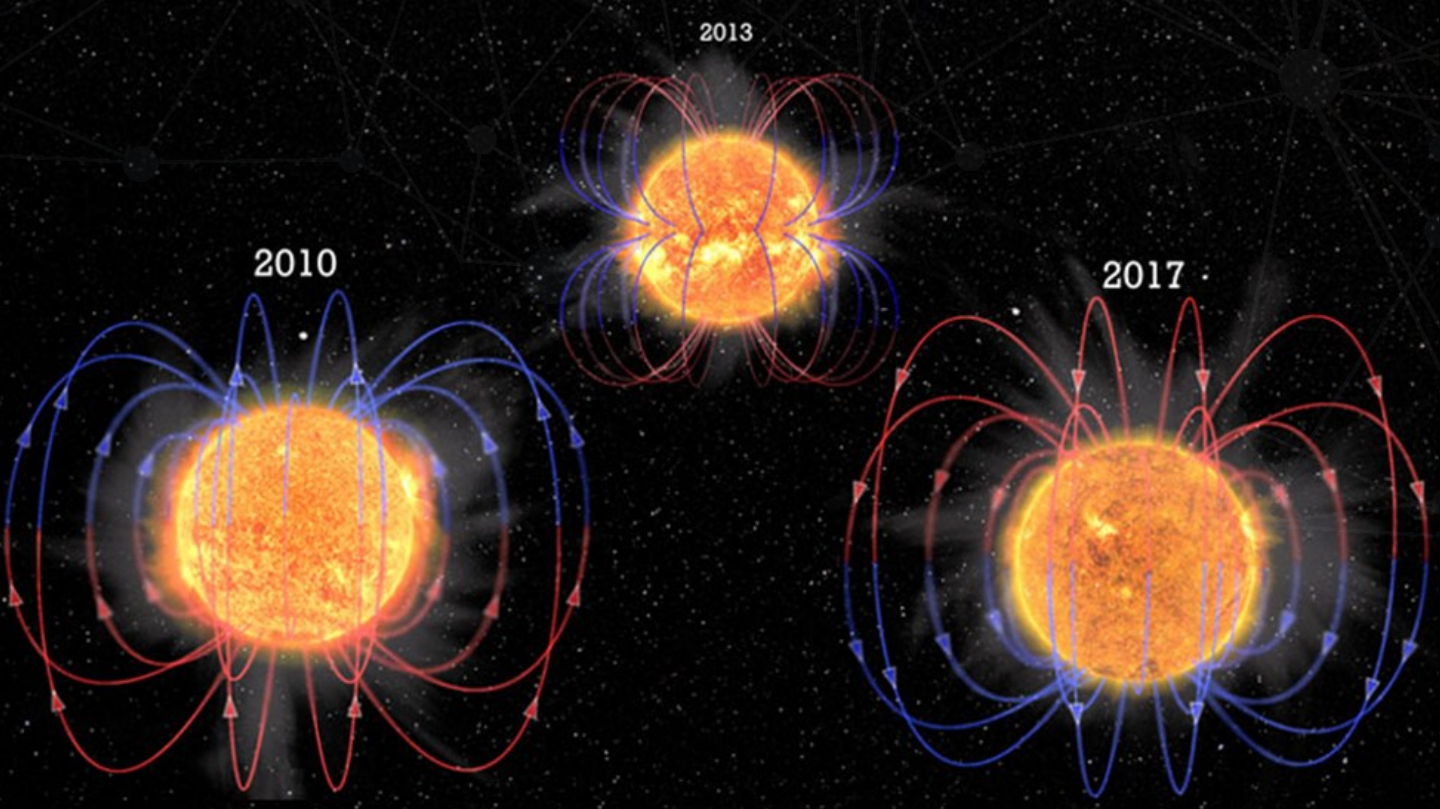


شکل ۲. شعله های خورشیدی و پرتاب جرم تاجی در زمان فوران

می‌شود و جهت پلاریزاسیون به جهت میدان مغناطیسی وابسته است. بنابراین، با بررسی خطوط اثر زیمان، می‌توان شدت و جهت میدان مغناطیسی ستاره را تعیین کرد.

بطور کلی میدان مغناطیسی خورشید یک پدیده شگفت‌انگیز و پیچیده است که پیامدهای عمیقی برای درک ما از خورشید و تأثیر آن بر منظومه شمسی دارد. این میدان مغناطیسی از منشأ آن در درون خورشید گرفته تا تأثیرات گسترده آن بر آب و هوای فضا، پویایی جهان ما را به شیوه‌هایی مسحورکننده و تأثیرگذار شکل می‌دهد. همانطور که به کشف اسرار آن ادامه می دهیم، بینش ارزشمندی در مورد کارکرد همسایگی کیهانی خود و وابستگی متقابل پدیده‌های آسمانی به دست می‌آوریم.

پیشرفت‌های فیزیک خورشیدی و کاوش‌های فضایی، درک ما از میدان مغناطیسی خورشید را عمیق‌تر می‌کند. رصدخانه‌های خورشیدی مانند رصدخانه دینامیک خورشیدی (SDO) و کاوشگر خورشیدی پارکر، دیدگاه‌های مهمی درباره فعالیت‌های خورشیدی و فرآیندهای مغناطیسی ارائه می‌دهند. علاوه بر این، شبیه‌سازی‌های عددی و مدل‌های نظری به دانشمندان کمک می‌کنند تا پیچیدگی‌های تولید و تحول میدان مغناطیسی را کشف کنند. ضمن اینکه پژوهش های رازگشایی اسرار میدان مغناطیسی خورشید ، راه را برای پیش‌بینی دقیق‌تر آب و هوای فضایی و آمادگی بهتر برای تاثیرات بالقوه آن بر زمین و فناوری‌های فضایی هموار تر میکند.



شکل۳. میدان مغناطیسی خورشید در یک چرخه تقریباً ۱۱ ساله، قطب های خود را تغییر می‌دهد. این چرخه با تغییرات فعالیت مغناطیسی خورشید مشخص می‌شود و در زمان اوج فعالیت ، شاهد بیشترین تعداد لکه‌های خورشیدی و شراره‌ها هستیم.

منابع:

1. https://www.nasa.gov/science-research/heliophysics/nasa-understanding-the-magnetic-sun/
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_dynamo
3. https://www.mps.mpg.de/solar-physics/mhd
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetohydrodynamics
5. http://aso-s.pmo.ac.cn/english/resource/sunpopular/popular2.jsp
6. https://www.windows2universe.org/sun/sun_magnetic_field.html
7. https://hesperia.gsfc.nasa.gov/rhessi3/mission/science/the-impact-of-flares/index.html

آشنایی با مخابرات ماهواره‌ای

گردآورنده: حسن حقی سفیدان

کارشناسی ارشد فیزیک دانشگاه تبریز

گرایش گرانش و کیهان شناسی

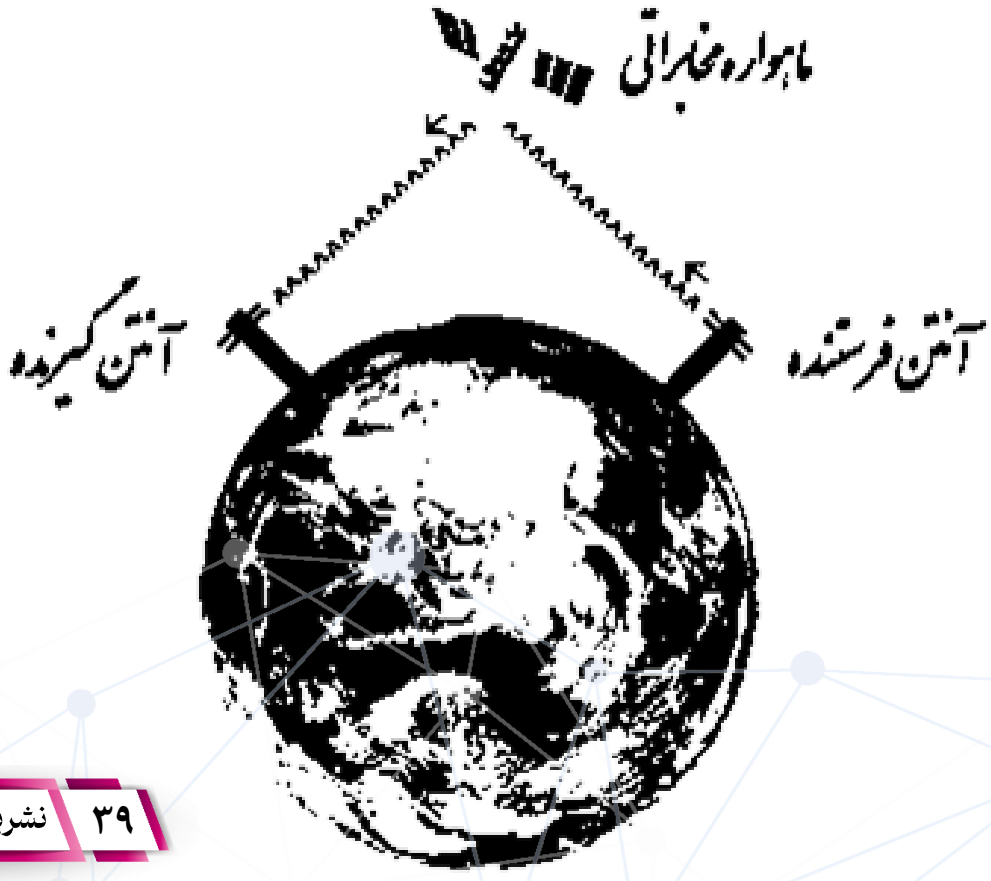
ماهواره مخابراتی چیست؟

کار اصلی ماهواره‌ها دریافت سیگنال از جایی در زمین و برگرداندن دوباره سیگنال به جایی دیگر در زمین با استفاده از ترانسپاندر است. قطعات ترانسپاندر شامل ابزار محدودکننده پهنای باند ورودی، تقویت‌کننده با نویز پایین (LNA) جهت تقویت کردن سیگنال‌های دریافت‌شده از ایستگاه زمینی، تبدیل‌کننده فرکانس برای تبدیل فرکانس به ولتاژ، فیلتر میان‌گذر خروجی که تنها به فرکانس‌های محدود خاصی اجازه عبور می‌دهد و تقویت‌کننده توان است. ماهواره‌های مخابراتی جدید از ترانسپاندرهایی با قابلیت پردازش سیگنال که سیگنال‌ها را به‌ترتیب جداسازی، رمزگشایی، رمزگذاری مجدد و ترکیب می‌کند، بهره می‌برند.

یک ماهواره باید در برابر سرعت مداری حین پرتاب، فضای بد، تابش نور خورشید و دمای بالا در عمر عملیاتی خود دوام بیاورد. پس ماهواره‌ها باید کوچک سبک و بادوام باشند و باید در فضا با ضریب اطمینان ۹۹.۹ درصد بدون نیاز به تعمیر و نگهداری کار کنند.

تاریخچه اجمالی ارسال ماهواره‌ها

اسپوتنیک ۱ نخستین ماهواره فضایی جهان بود که در تاریخ ۴ اکتبر ۱۹۵۷ توسط اتحاد جماهیر شوروی از پایگاه فضایی بایکونور به مدار زمین پرتاب شد. اولین پروژه ناسا، ماهواره اکو-۱ (Echo-1) در ۱۲آگوست۱۹۶۰ پرتاب شد. اکو-۱ بالونی با پوشش آلومینیوم ۳۰.۵ متر بود که فقط قادر بود سیگنال‌ها را از زمین منعکس کند و به‌همین‌دلیل یک ماهواره غیرفعال محسوب می‌شد. اکو-۲ (Echo2) در سال ۱۹۶۴ پرتاب شد. هرکدام از ماهواره‌های اکو-۱ و اکو-۲ به ترتیب در مدت ۸ و ۵ سال در مدار زمین فعال بود. اولین ماهواره ارتباطی شرکت ای تی اند تی (AT&T) تلستار-۱ (telstar-1) است که ناسا آن را در ۱۰ژوئیه ۱۹۶۲ به فضا پرتاب کرد. این ماهواره دارای قابلیت ارتباط



دوطرفه و مخابره برنامه‌های تلویزیونی بود، ولی به برقراری تماس‌های تلفنی نیز می‌پرداخت. تلستار-۱ اولین ماهواره‌ای بود که امکان پخش زنده تلویزیونی بین آمریکای شمالی و اروپا را فراهم کرد و اولین تماس تلفنی نیز از طریق ماهواره در سال ۱۹۶۴ برقرار شد. ساینکام-۳ (Syncom-3) نیز اولین ماهواره‌ای به‌شمار می‌رود که در مدار زمین امکان پخش زنده ماهواره‌ای بازی‌های المپیک را فراهم آورد. در سال ۱۹۶۵ اولین ماهواره اینتلست به‌نام ارلی برد (Early bird) به فضا ارسال گردید. این ماهواره ۳۹ کیلوگرمی به‌شکل استوانه‌ای به‌قطر ۷۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۹ سانتی‌متر ساخته شد. ارلی برد اولین ماهواره تجاری بود که خدمات مخابراتی، تصویر و صدا را بین آمریکا و اروپا فراهم کرد. در سال‌های ۱۹۶۷ ماهواره‌های b2 و d2 از اقیانوس آرام و در سال ۱۹۶۹ ماهواره f-3 از اقیانوس هند به مدار ژئو پرتاب شدند. بعد از پرتاب ماهواره‌های اینتلست در مدار ژئو تقریبا زمین تحت پوشش جهانی قرار گرفت. ۱۹ روز پس از قرارگیری (intelsat3f3) در سال ۱۹۶۹ فرود اولین انسان روی ماه از طریق شبکه جهانی ماهواره‌ای پخش شد و بیش از ۶۰۰ میلیون نفر پخش زنده و مستقیم این پرتاب را از طریق ماهواره مخابراتی جهانی دیدند.

مجموعه ماهواره مخابراتی اتحاد جماهیر شوروی نیز به‌نام مولنیا (Molniya) برای دسترسی به مناطق شمالی در مدار بیضوی پرتاب شد. اولین ماهواره این مجموعه در سال ۱۹۶۵ در مدار زمین و در سال ۱۹۶۷ شش ماهواره دیگر نیز در مدار زمین قرار گرفتند. این مجموعه ارتباطات رادیویی، تلویزیونی و مخابراتی را برای اتحاد جماهیر شوروی میسر ساخت. بعد از آن در سال ۱۹۶۷ رژه سالیانه در طول پنجاه‌امین سالگرد اتحاد جماهیر شوروی در میدان سرخ از طریق مجموعه ماهواره مولنیا پخش شد.

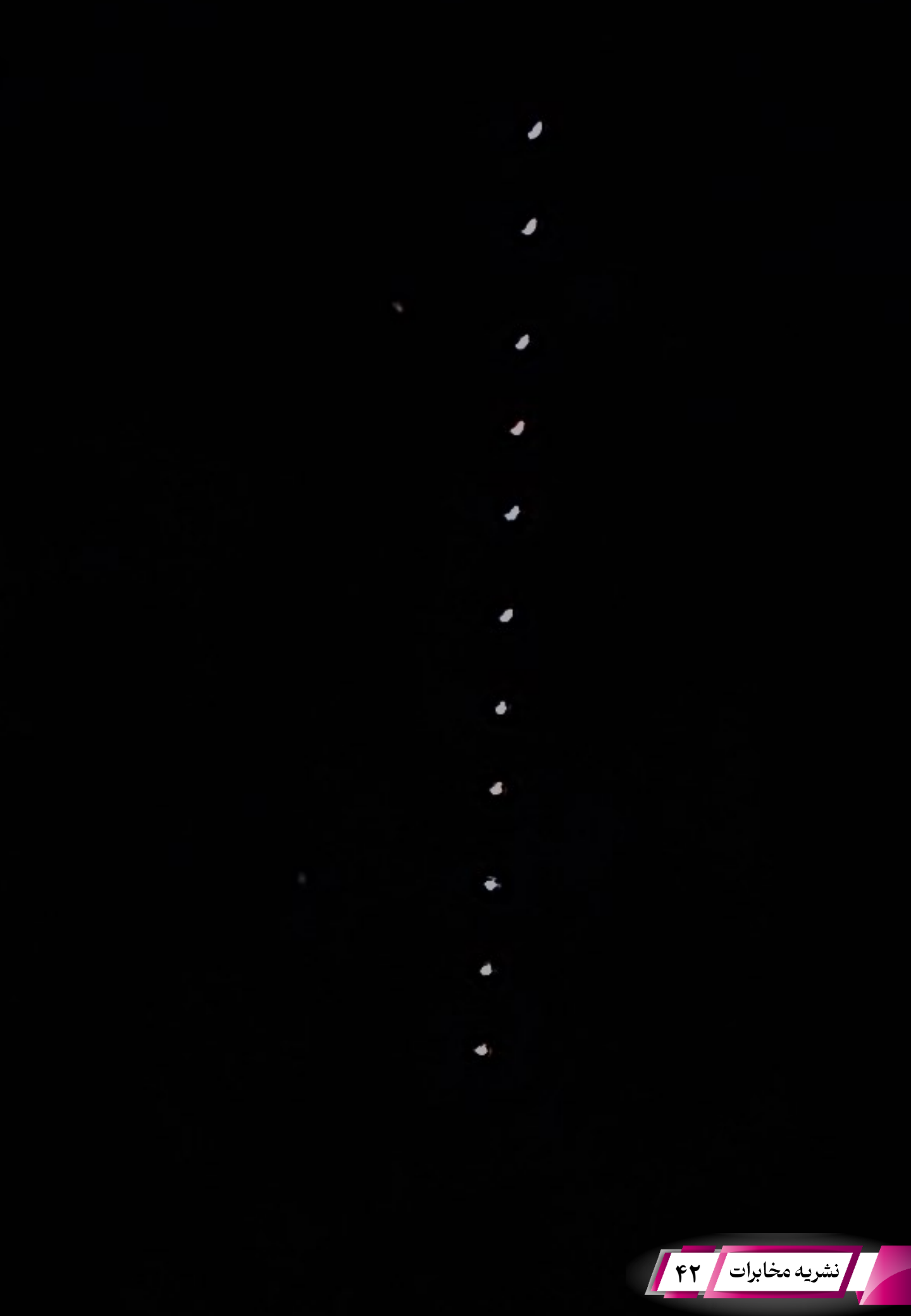
در سال ۱۹۷۱ سازمان بین‌المللی ارتباطات

فضـــایی (International Organization of Space Communication) به‌نام اینتراسپونتیک (Interspuntik) در مسکو توسط اتحـاد جمـاهیر شوروی همراه با یک گـروه از هشـت کشـور شـامل لهستان، چکسلواکی، آلمان شرق، مجارستان، رومانی، بلغارسـتان، مغولسـتان و کوبـا تشـکیل شـد. هـدف اینتراســپونتیک توســعه و اســتفاده مشــترک از ماهواره‌های ارتباطی بود.

اجزای ماهواره‌ها

ماهواره‌هـای مخـابراتی دارای دو بخـش محمولـه (playload) و واحـد پشـتیبان هسـتند. محمولـه بخش اصلی ماهواره بوده و وظیفه آن انجام ماموریت است. واحد پشـتیبان زیرسـامانه‌های دیگـر مـاهواره هستند و وظیفه آن‌ها تامین نیازمندی‌های محمولـه برای انجام وظیفه است. سامانه پشتیبان تشکیل شده است از:

- سازه: جایگاهی برای قرارگیری کلیه اجزا ماهواره
- تعیین کنترل وضعیت: هـدایت مـاهواره در جهـت مناسب
- کنترل حرارت: برای کنترل دمـای مـاهواره بـرای بهترین عملکرد زیرسامانه‌ها
- تامین توان: تامین انرژی و تنظیم توان در ماهواره
- TT&C: جمــع‌آوری اطلاعــات موردنیــاز از قسمت‌های مختلف ماهواره
- سامانه پیشرانش: برای کنترل خودکار ماهواره



صفحه‌های خورشیدی برای تامین توان، انرژی نورانی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. این صفحه‌ها از ترکیبات نیمه‌هادی که وظیفه آن‌ها تبدیل انرژی نورانی خورشید به انرژی الکتریکی است، ساخته شده‌اند. یک ماهواره برای کارکردن در تمام طول عمر نیاز به انرژی دارد که این انرژی با استفاده از این صفحه‌ها تامین می‌گردد.

سامانه پیشرانش برای انجام مانورهای فضایی استفاده می‌شود. مهم‌ترین بخش سامانه پیشرانش در ماهواره‌ها، موتورهای کوچکی هستند که به آن‌ها تراستر (thruster) یا رانش‌گر گفته می‌شود. رانش‌گرها برخلاف موتور ماهواره‌برها معمولا بسیار کوچک هستند و نیروی کمی تولید می‌کنند، اما همین نیروی کم در شرایط جاذبه کم برای انجام مانورهای مداری کافی است. این مانورها معمولا برای تغییر شکل، اندازه و یا ارتفاع مدار ماهواره انجام می‌شود. کارکرد دیگر سامانه‌های پیشرانش ماهواره در تامین کنترل وضعیت ماهواره است. ماهواره‌ها نیاز به سامانه پیشرانش دارند چرا که هرساله تا حدودی از شمال به جنوب و یا از شرق به غرب مدار خود به دلیل جاذبه ماه و خورشید منحرف می‌شوند و این سامانه به قرارگیری دوباره ماهواره در مدار اصلی خود کمک می‌کند. همچنین طول عمر ماهواره‌ها بستگی به مقدار سوخت سامانه پیشرانش دارد؛ با اتمام سوخت ماهواره خاموش و به زباله فضایی تبدیل می‌شود.

ماهواره‌ها در اختلاف دمای شدید از ۱۵۰- درجه سانتیگراد تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد کار می‌کنند و به همین علت اجزای ماهواره با آلومینیوم مقاوم‌سازی شده و سامانه کنترل حرارتی ماهواره از اجزای اصلی و حساس ماهواره محافظت می‌کند و این سامانه تمامی اجزا ماهواره را در دمای عملیاتی مناسب برای بهترین کارکرد نگه می‌دارد.

ماهواره‌ها در طیف وسیعی از وزن‌ها ساخته می‌شوند، سبک‌ترین دسته آن‌ها که کمتر از ۱ کیلوگرم وزن دارند به‌نام پیکو (pico) و سنگین‌ترین دسته آن‌ها که بیش از ۶۵۰۰ کیلوگرم وزن دارند، ماهواره‌های سنگین نام‌گذاری شده‌اند. ماهواره‌های مخابراتی و تلویزیونی معمولا جز دسته ماهواره‌های سنگین هستند.

انواع ارتباطات ماهواره‌ای

ارتباطات ماهواره‌ای به سه دسته تقسیم می شوند که این دسته‌ها شامل ارتباط از راه دور (telecommunications)، ارتباط پخش گسترده (broadcasting) و ارتباط داده‌ای (data communication) می‌شوند. هرکدام از ارتباطات کاربردی خاص دارد؛ ارتباط از راه دور برای تماس، تلفن و شبکه بی‌سیم، پخش گسترده برای رادیو و تلویزیون که مستقیما با مصرف‌کننده در ارتباط است و ارتباط داده‌ای برای انتقال داده از یک نقطه به نقطه دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مکان‌هایی که تلفن‌ها عمل نمی‌کنند، مزیت تلفن‌های ماهواره‌ای به‌چشم می‌آید. این تلفن‌ها برخلاف تلفن‌هایی که به دکل‌های زمینی وابسته هستند، داده‌ها را مستقیما با ماهواره‌های مستقر در مدار زمین ردوبدل می‌کنند. فناوری تلفن ماهواره‌ای در حال حاضر در برخی از قسمت‌های جهان به تنها وسیله ارتباطی بدل شده است.

برخی از ماهواره‌های مخابراتی در مدار ژئو که با آهنگ گردش زمین هماهنگ است و برخی دیگر در مدار لئو که ماهواره نزدیک زمین است، در گردش هستند. هر کدام از این مدارها نیز کاربرد خاص خود را دارند. ماهواره‌های مدار ژئو بسیار بزرگ و قدرتمند بوده و در این مدار قادرند بخش بزرگی از سطح جغرافیایی زمین را پوشش دهند. از مدار ژئو نه‌تنها برای تماس صوتی بلکه برای اشتراک‌گذاری فایل، ارسال متن، پخش تلویزیون و دیگر کارها نیز استفاده می‌شود.

مدار ژئو معایبی هم دارد؛ از جمله اینکه فاصله زیاد این مدار با زمین باعث ایجاد تاخیر ۰.۲۵ ثانیه‌ای می‌شود. بنابراین اگر با فردی صحبت می‌کنید، باید کمی مکث کنید تا پاسخ او را دریافت نمایید. همچنین این ماهواره‌ها در راستای خط استوا قرار دارند پس مناطق نزدیک به قطب سیگنال چندان خوبی را دریافت نخواهند کرد.

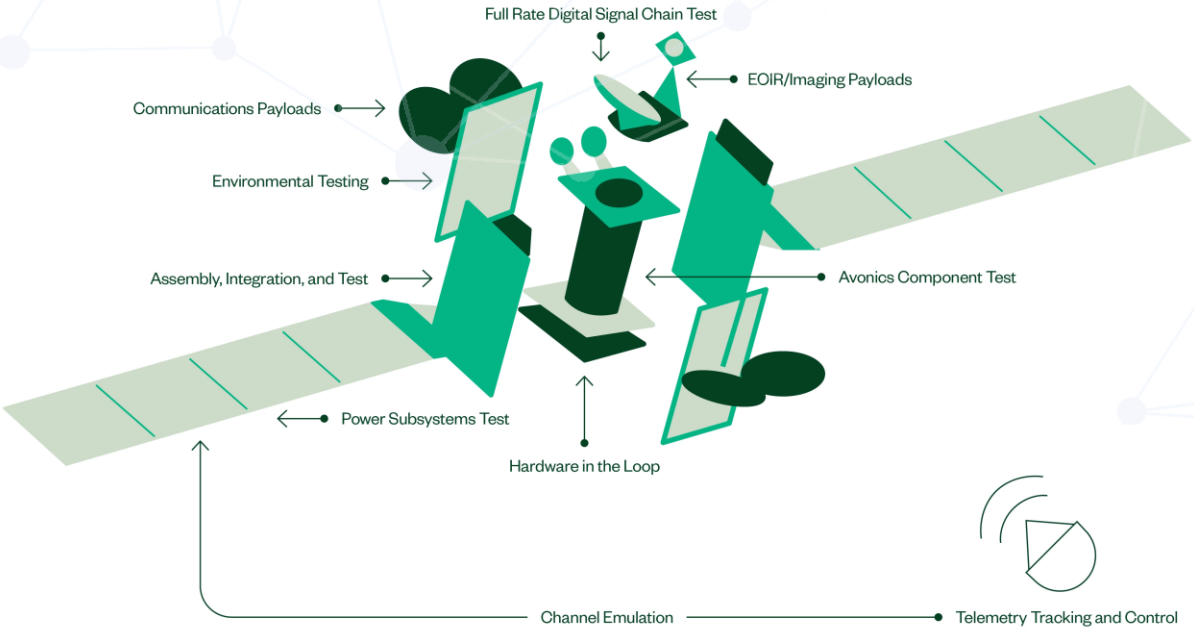
اما ماهواره‌های مدار لئو در مدار نزدیک‌تری به دور زمین در گردش هستند. این ماهواره‌ها کوچک و سبک هستند و به‌دلیل فاصله کم با زمین تعداد بیشتری در حدود ۶۰ ماهواره برای پوشش کل زمین لازم است. ماهواره‌های مدار لئو کیفیت تماسی عالی و تاخیر بسیار کم حدود ۰.۵۰ ثانیه‌ای دارند، ولی سرعت انتقال داده در آن‌ها بسیار کم است.

هرچند که ارتباطات ماهواره‌ای امکانات منحصربه فردی را در اختیار می‌گذارد، اما عدم توانایی دریافت سیگنال در فضای بسته از محدودیت‌های اصلی آن محسوب می‌شود. همچنین از مشکلات دیگر ارتباطات ماهواره‌ای می‌توان به ردیابی آسان موقعیت مکانی سیگنال‌ها اشاره کرد. نکته دیگر اینکه سامانه‌های ماهواره‌ای در برابر شرایط بد آب وهوایی آسیب‌پذیر هستند و طوفان‌های عظیم خورشیدی و پدیده‌های طبیعی می‌تواند عملکرد آن‌ها را با مشکل مواجه کند. به‌علاوه، هزینه استفاده از تلفن‌های ماهواره‌ای نیز مسئله‌ای مهم بوده که برای رفع این مشکل استفاده از ارتباطات زمینی به‌همراه ماهواره‌ای پیشنهاد شده است. در روش تلفن‌های دوحالته تنها زمانی به ارتباط ماهواره‌ای متوسل می‌شوند که هیچ راهی برای برقراری ارتباط وجود نداشته باشد و این کار علاوه بر پوشش کل زمین هزینه کمتری برای کاربر خواهد داشت.

اقتصاد ماهواره‌های مخابراتی

صنعت ارتباطات، برنامه‌های تلویزیونی، رسانه‌ای و سرگرمی تاثیر زیادی در رشد بازار ارتباطات ماهواره‌ای در ارائه ارتباطات با کیفیت بالا به مشتریان دارد. افزایش استفاده از شبکه ها اجتماعی و برنامه های مختلف به رشد فوق‌العاده بازار ارتباطات ماهواره‌ای کمک می‌کند.

یکی از بازارهای مهم مخابرات ماهواره‌ای در بخش اینترنت اشیا است. اروین هادسون (Erwin Hudson)، نائب‌رئیس شرکت کانادایی تلستات (Telestat)، می‌گوید: «من بازار عظیم بعدی برای مخابرات ماهواره‌ای را نه در اتصال خودروها به اینترنت، بلکه در اینترنت اشیا و جابه‌جایی چندین گیگابایت داده از یک نقطه به نقطه دیگر می‌بینم.» اکنون جهان نیازی سیری‌ناپذیر به اینترنت اشیا برای دریافت شبکه‌های ویدئویی اینترنتی، استفاده از



لوازم‌خانگی هوشمند وغیره دارد و شرکت‌های ماهواره‌ای باید برای ارائه پهنای باند هرچه بهتر در تلاش برای رقابت با یکدیگر باشند. همچنین با افزایش تقاضا برای اینترنت G5 و تلاش برای توسعه زیرساخت‌ها به‌منظور تقویت بازار اتصال به باند G5 که با پرتاب ماهواره همراه است، آینده‌ای روشن برای اقتصاد ماهواره‌های مخابراتی رقم خواهد زد.

گوگل نیز پروژه معروف گوگل لون (Google Loon) را از سال ۲۰۱۳ آغاز کرده است و به‌کمک بالون‌های استراتوسفری که در ارتفاع ۱۸ کیلومتری از زمین قرار می‌گیرند، به ارائه اینترنت G4 برای مناطق محروم می‌پردازد. این بالون‌ها در لایه استراتوسفر با یکدیگر ارتباط دارند و از بین آن‌ها یک بالون با ایستگاه زمینی ارائه‌دهنده اینترنت ارتباط می‌گیرد و اینترنت را بین بقیه بالون‌ها پخش می‌کند. این بالون‌ها معمولا در ارتفاع ۲۰ الی ۳۰ کیلومتری سطح زمین است که این ارتفاع بالاتر از سطح پروازی اکثر هواپیماها قرار دارد.

به‌دلیل هزینه کم این بالون‌ها چند سالی می‌شود که ایده استفاده از بالون‌های استرانوسفری به‌جای ماهواره موردتوجه قرار گرفته است. چنین بالون‌هایی با محموله مخابراتی می‌توانند یک جایگزین ارزان قیمت با قابلیت پیاده‌سازی سریع باشند. این بالون‌ها در کشور ما نیز موردتوجه قرار گرفته‌اند.

هرچند بالون‌هایی که در گذشته در پیاده‌روی اربعین و خدمت‌رسانی به مردم زلزله‌زده غرب کشور استفاده شده‌اند، ارتفاعی کمتر از هزار متر داشته‌اند ولی حرکتی روبه‌جلو در این زمینه به‌حساب می‌آید و ان‌ها را به رقیبی سرسخت برای ماهواره‌های مخابراتی تبدیل کرده است.

بازار آنتن‌های ماهواره‌ای که در سال ۲۰۱۷ ارزش آن ۵۰,۲ میلیارد دلار تخمین زده شده است، با رشد سالانه ۷,۸۵ درصدی تا سال ۲۰۲۲ به میزان ۹۹,۲ میلیارد دلار خواهد رسید. این رشد به‌دلیل افزایش نیاز به آنتن‌های سبک، پیشرفته و با مصرف انرژی کم، طول عمر زیاد و قیمت مناسب اتفاق خواهد افتاد و این آنتن‌ها برای ارتباط با سامانه‌های مخابراتی ماهواره‌های ارتباطاتی استفاده می‌شوند.

پیش‌بینی می‌شود بازار ارتباطات ماهواره‌ای تا سال ۲۰۲۵ با رشد ۱۰,۳۲ درصدی به ۹,۳۲ میلیارد دلار برسد و بازار جهانی مخابرات ماهواره‌ای اپتیکال (نوری) نیز تا سال ۲۰۲۷ به ارزش کلی ۸۳۲۴,۷ میلیون دلار خواهد رسید. بر اساس گزارش منتشرشده، طی بازه ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۷ نرخ رشد سالانه این بازار حدودا به ۳۱,۵ درصد می‌رسد و بیشترین میزان به‌ترتیب به آمریکای شمالی، اروپا و آسیا اقیانوسیه تعلق خواهد داشت.

آینده ارتباطات ماهواره‌ای

ارتباطات ماهواره‌ای تحت تاثیر فناوری‌های جدید به‌سرعت در حال پیشرفت است. این پیشرفت نه‌تنها امکانات جدیدی را در اختیار کاربران قرار می‌دهد، بلکه به‌لحاظ اقتصادی هزینه استفاده از خدمات مربوطه را هم هر روز کاهش داده است که این امر به فتح بازارهای جدید منجر می‌شود.

شرکت‌های تجاری که در تلاش برای تقویت پهنای باند اینترنتی و علاقه‌مند به استفاده از مخابرات لیزری هستند، در آینده انقلابی بزرگ در زمینه مخابرات ماهواره‌ای را رقم خواهند زد. استفاده از فناوری سامانه‌های لیزری باعث افزایش سرعت انتقال داده در فضا می‌شود. با استفاده از فناوری لیزری می‌توان در عین مصرف توان کمتر موج‌هایی ۱۰ هزار برابر کوچک‌تر از موج‌های رادیویی ایجاد کرد و درنتیجه منطقه بسیار متمرکزتری را در سطح زمین پوشش داد. این ارتباطات از امنیت بالایی نیز برخوردارند که در آن، ارتباط، تنها بین ماهواره و ایستگاه زمینی خاص و یا دو ماهواره ایجاد می‌شود. شرکت‌های تجاری که در حال تلاش برای تقویت پهنای باند اینترنتی در سراسر جهان هستند، علاقه زیادی به استفاده از مخابرات لیزری دارند و اگر پیشرفت‌های مورد نظر برای کمتر کردن هزینه این فناوری در آینده تحقق یابد، شاهد انقلابی بزرگ در زمینه مخابرات ماهواره‌ای خواهیم بود. هرچند ماهواره‌های قدرتمند لیزری امکان برقراری ارتباط با امنیت بالا را فراهم می‌کنند، اما در عصر ماهواره‌های قدرتمند کوانتومی مفهوم برقراری ارتباط امن به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود. این ماهواره‌ها بر اساس درهم‌تنیدگی کوانتومی توسعه یافته‌اند. در این پدیده دو ذره به هم مرتبط می‌شوند و هر تغییر در یکی از ذرات بلافاصله به تغییر وضعیت ذره دیگر منجر خواهد شد. حتی اگر این دو ذره بعد از درهم‌تنیدگی به دو سوی عالم منتقل شوند، ویژگی کوانتومی یعنی درهم‌تنیدگی، اساس ارتباطات امن را تشکیل می‌دهد. امنیت بالا ویژگی اصلی مخابرات کوانتومی است؛ به‌گونه‌ای که اگر یک هکر بخواهد داده‌ها را در میانه راه بخواند، ذرات کوانتومی حامل پیام از بین می‌روند و ایستگاه دریافت‌کننده اصلی از حمله آگاه می‌شود و هر تلاشی برای ایجاد تداخل در سیگنال‌های آن باعث فروپاشی الگوهای تداخل‌سنجی و برملاشدن عملیات جاسوسی خواهد بود. مطابق انتظارات تا پایان سال ۲۰۳۰ ارتباطات کوانتومی در مقیاس جهانی برقرار می‌شود.

منظومه‌های ماهواره‌ای نیز به‌سرعت در حال توسعه هستند؛ مانند منظومه شرکت وان‌وب (OneWeb) که اکنون درحال توسعه است و بنابر برنامه‌ریزی‌ها در آینده نزدیک پوشش جهانی پهن‌باند اینترنت را ارائه می‌دهد. این شرکت با اتکا به ماهواره‌های ۱۵۰ کیلوگرمی خود دسترسی به اینترنت ۵۰ مگابیت بر ثانیه را برای مشتریان خانگی وعده داده است. بزرگترین و جدی‌ترین پروژه اینترنت ماهواره‌ای در جهان به شرکت اسپیس‌ایکس (SpaceX) تعلق دارد. منظومه ماهواره‌ای اینترنتی این شرکت با نام استارلینک (Starlink) که علاوه بر بازار اینترنت ماهواره‌ای تجاری، ماموریت‌های علمی و اکتشافی را هم هدف قرار داده است و شامل چند هزار ماهواره می‌شود. ماهواره‌های مخابراتی پربازده (High-throughput satellite) دسته‌ای از ماهواره‌های مخابراتی هستند که به ازای اختصاص طیف مداری یکسان، حداقل ۲ و معمولا بیش از ۲۰ برابر ماهواره‌های مخابراتی متداول فعلی بازدهی دارند. این افزایش ظرفیت در ماهواره‌های مخابراتی پربازده از طریق فناوری استفاده مجدد فرکانس صورت می‌گیرد. نکته قابل‌توجه اینکه هزینه استفاده از ماهواره‌های پربازده به‌نسبت ماهواره‌های مخابراتی ارزان‌تر است. این ماهواره‌ها قطعه‌ای از پازل عصر جدید فضا هستند که در مجموع یک شرایط برد-برد را برای مشتریان و اپراتورها به وجود می‌آورند. در آینده شاهد ماهواره‌هایی با قدرت پهنای باند بیشتر، طول عمر طولانی‌تر، آنتن‌های قوی‌تر و پوشش زمینی بیشتر خواهیم بود. مجموعه ماهواره‌ها برای دسترسی به اینترنت در هرجای کره زمین، پیشرفت‌هایی در سامانه پیشرانش، تلاش برای مخابرات لیزری فضاپایه و آزمایش‌های اولیه برای استفاده بیشتر از مخابرات لیزری، آینده این ارتباطات را روشن‌تر می‌کند.

منبع مقاله: آشنایی با مخابرات ماهواره‌ای ـ سارا حسینی

کابل‌های فیبر نوری آشکارسازهای طبیعی زلزله!

گردآورندگان: امیررضا انصاری

و امیرحسین اخباری

کارشناسی مهندسی برق دانشگاه تبریز

کابل‌های فیبر نوری آشکارسازهای طبیعی زلزله هستند کابل‌های نوری می‌توانند از طریق آرایه‌های متراکم و کم‌هزینه هشدارهای اولیه بدهند.

کابل‌های فیبر نوری سیستم عصبی زیرزمینی وسیعی را تشکیل می‌دهند که تقاضای فزایند ما برای اینترنت پرسرعت و خدمات ارتباطی را برآورده می‌کند. با این حال، سیگنال‌های موجود در کابل‌ها می‌توانند گهگاه دچار ارتعاشات ناشی از رانندگی خودروهای بالای سر، ساخت‌وسازهای اطراف یا حتی زلزله شوند. محققان قبلاً پیشنهاد کرده بودند که از این آشفتگی‌ها برای تبدیل هزاران کیلومتر کابل زیرزمینی به آرایه‌های لرزه‌ای حساس استفاده کنند.

در یک مطالعه جدید، محققان موسسه فناوری کالیفرنیا نشان می‌دهند که کابل‌های فیبر نوری نه تنها زمین‌لرزه‌ها را شناسایی می‌کنند، بلکه می‌توانند تفاوت‌های ظریف و پیچیدگی‌های رخدادهای لرزه‌ای را نیز اندازه‌گیری کنند. در یک نمونه، با استفاده از یک کابل ۱۰۰ کیلومتری، محققان توانستند زمان و مکان چهار زمین‌لرزه کوچک‌تر را که یک زمین‌لرزه ۶ ریشتری را تشکیل می‌دادند، مشخص کنند.

جیاکسوان لی، محقق فوق دکتری ژئوفیزیک در Caltech و یکی از نویسندگان مقاله منتشر شده در ۱۲ مرداد در Nature، می‌گوید: «این کار فقط تشخیص نیست، فراتر از تشخیص است. ما در حال تصویربرداری از جزئیات روند گسیختگی یک زلزله هستیم.»

جیاکسوان لی، کلتک می‌گوید: "ما می‌توانیم آن شبکه‌های [فیبری] بسیار متراکم را به آرایه‌های لرزه‌ای تبدیل کنیم که می‌توانیم برای هشدار اولیه از آنها استفاده کنیم."

با مهار کابل‌های بیشتر و به دست آوردن داده‌های بیشتر، زلزله‌شناسان می‌توانند درک بهتری از زمین‌لرزه‌ها به دست آورند. لی می‌گوید در حالی که بعید است مجموعه‌ای از کابل‌های فیبر نوری زمین‌لرزه‌ها را پیش از وقوع پیش‌بینی کنند، محققان می‌توانند از این تکنیک برای کمک به توسعه سیستم‌های هشدار زودهنگام بهتر که جان انسان‌ها را نجات می‌دهند، استفاده کنند.

کالیفرنیا معمولاً هر سال دو یا سه زمین لرزه می‌گیرد که به اندازه کافی شدید است - به معنی بزرگی ۵.۵ یا بالاتر - برای ایجاد آسیب متوسط به سازه‌ها. بیش از ۷۰۰ لرزه نگار در سراسر ایالت وجود دارد. هزینه هر یک تا ۵۰۰۰۰ دلار آمریکا می‌رسد و نگهداری شبکه آشکارسازها هزینه زیادی دارد.

داشتن حسگر تا حد امکان نزدیک به منبع زلزله برای تشخیص زودهنگام مهم است. لی می‌گوید که این با لرزه‌نگارهای گران قیمت امکان پذیر نیست. از سوی دیگر، کابل‌های فیبر نوری از قبل در زمین گذاشته شده‌اند و همه جا را متقاطع می‌کنند و یک شبکه حسگر لرزه‌ای متراکم و کم هزینه را فراهم می‌کنند. او می‌گوید: «ما یک شبکه فیبر نوری بسیار گسترده در شهرها و بین شهرها داریم. ما می‌توانیم آن شبکه‌های بسیار متراکم را به آرایه‌های لرزه‌ای تبدیل کنیم که می‌توانیم برای هشدار اولیه از آنها استفاده کنیم.».

لی و همکارانش از تکنیکی به نام سنجش صوتی توزیع شده (DAS) استفاده کردند که اگرچه در دنیای لرزه‌شناسی جدید است، اما در حال حاضر برای نظارت بر خطوط لوله و کابل‌های برق از نظر نقص استفاده می‌شود.

این روش شامل ارسال پالس‌های نور لیزر بر روی فیبرهای نوری و اندازه‌گیری شدت سیگنال‌های منعکس‌شده از نواقص فیبر است. کشش یا انقباض جزئی فیبر (مثلاً در اثر زلزله) می تواند سیگنال های منعکس شده را تغییر دهد.

بر اساس زمان بازگشت پالس، می‌توانید مشخص کنید که چه زمانی و در کجا در طول کابل اختلال رخ داده است. از آنجایی که نور از هزاران نقطه ناقص در امتداد الیاف منعکس می‌شود، یک کشش کابل به طول کیلومتر می‌تواند به عنوان هزاران لرزه‌سنج عمل کند. این به معنی داده‌های لرزه‌ای به‌طور قابل‌توجهی است که منجر به وضوح بالاتر می‌شود که امکان تعیین دقیق

مکان فعالیت‌های لرزه‌ای کوچک‌تر را فراهم می‌کند.

محققان Caltech کابل‌های نوری از قبل موجود را به یک آرایه DAS تبدیل کرده‌اند. شرکت‌های مخابراتی معمولاً بیش از نیازشان فیبر می‌گذارند و تیم تحقیقاتی از بخشی از این فیبر استفاده نشده «تاریک» استفاده می‌کنند. با کسب مجوز از تعاونی پهنای باند کالیفرنیا، تیم یک فرستنده گیرنده DAS را در یک انتهای طول کابل فیبر نوری در امتداد مرز بین کالیفرنیا و نوادا راه اندازی کرد.

در مطالعه خود، محققان سیگنال‌های نوری دو بخش ۵۰ کیلومتری کابل فیبر نوری را که زلزله ۶ ریشتری دره آنتلوپ در سال ۲۰۲۱ را ثبت کردند، تجزیه و تحلیل

کردند. بخش های کابل فیبر در شمال و جنوب شهر قدیمی ماموت قرار داشت. به طور کلی، ۱۰۰ کیلومتر کابل داده‌ای معادل ۱۰۰۰۰ لرزه‌سنج ارائه می‌کند.

با استفاده از داده‌های با وضوح بالا، محققان دریافت‌ند که این زمین لرزه از دنباله‌ای از چهار گسیختگی کوچکتر به نام «subventes» تشکیل شده است که توسط یک شبکه لرزه‌نگاری معمولی قابل تشخیص نیست. با ایجاد یک مدل کامپیوتری از زلزله بر اساس داده ها، محققان توانستند زمان و مکان دقیق این حوادث فرعی را به تفصیل بیان کنند.

لی می‌گوید فیبر مورد استفاده در این مطالعه ۱۰۰ کیلومتر از مرکز زلزله فاصله داشت. وضوح تصویر ما را می‌توان با داشتن الیاف در جهت‌های دیگر، در سمت شرق و غرب زلزله، بسیار افزایش داد.

او می‌گوید پردازش و ذخیره مقادیر زیادی از داده‌های تولید شده توسط یک آرایه لرزه‌ای متراکم فیبر نوری یک چالش فنی سخت خواهد بود. اما «اولین و سخت‌ترین» چالش دسترسی به فیبرها برای ایجاد یک آرایه DAS گسترده است که برای آن باید با شرکت‌های مخابراتی مذاکره کنند. این روند آسانی نیست، اما امیدوارم بر اساس این کار، شرکت‌های مخابراتی بتوانند مزیت همکاری را ببینند.»

مصاحبه با جناب آقای مهندس رحیمیان،

مدیر محترم شبکه شرکت مخابرات استان آذربایجان شرقی

مصاحبه‌کنندگان:

میلاد رنجبریه و امیررضا انصاری

⋘ لطفا در مورد FTTH و شبکه‌ی فیبر نوری (ماهیت، نحوه راه‌اندازی، زیرساخت‌های لازم، هزینه) توضیحات مختصری بدهید.

⋘ شبکه فیبر نوری در دو بخش زیر ساخت(لایه core) و بخش سرویس(لایه دسترسی) دسته بندی میشود. لایه زیر ساخت وظیفه حمل ترافیک مخابراتی لایه کر یا بالادست شبکه را عهده دار بوده و عموما بصورت نقطه به نقطه مابین تجهیزات اکتیو پر ظرفیت(سیستم های انتقال ترافیک) در شبکه مخابراتی نصب و راه اندازی میشود لایه دسترسی نیز برای ارایه سرویس به مشتریان مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. در سال های اخیر اصطلاح FTTH به مفهوم فیبر نوری منازل مطرح شده است. در دهه قبل شبکه FTTX با هدف ایجاد زیر ساخت لازم برای ارایه سرویس های پر سرعت و افزایش پهنای باند بستر ارتباطی مشترکین بصورت FTTC به مفهوم توسعه شبکه کابل نوری تا کابینت های منصوبه (مجهز به تجهیزات اکتیو) در مناطق مختلف شهر ها توسعه یافته و موجب کاهش فاصله کابل مسی (بستر ارتباط سرویس های مخابراتی قبلی) و افزایش سرعت انتقال داده گردیده است. بدلیل بالا بودن هزینه توسعه شبکه مسی و محدودیت سرویس های قابل واگذاری روی بستر یاد شده به تدریج شبکه FTTH با استفاده از تجهیزات اکتیو PON (GPON) در دستور کار توسعه شبکه های سرویس مخابراتی قرار گرفته است. این تجهیزات با پروتکل های ویژه امکان ارایه سرویس های باند پهن را روی بستر فیبر بصورت درختی فراهم و هزینه های توسعه شبکه را کاهش میدهد. در این شبکه مناطق شهری به ریز منطقه (زون) تقسیم بندی و هر زون توسط یک ODC (کابینت های توزیع نوری) با شبکه توزیع مربوط تقسیم بندی می گردد. شبکه دسترسی به دو قسمت فیدر و توزیع تقسیم بندی و لایه فیدر ارتباط تجهیزات اکتیو یا پورتهای PON را بصورت یک یا چند تار نوری تا ODC فراهم و از ODC به بعد نیز شبکه توزیع با استفاده از اسپلیتر های اپتیکی با قابلیت توزیع درختی(۱ به n) سرویس های باند پهن را تا پست های نوری و منازل متقاضیان حمل میکند. در این شبکه بسته به نوع تجهیزات PON منصوبه در بالا دست شبکه فیدر امکان ارایه سرویس با پهنای باند مختلف فراهم شده است در شرایط حاضر تجهیزات موجود قابلیت ارایه سروس ۲.۴ گیگا بیت در ثانیه برای downlink و ۱.۲ گیگا بیت بر ثانیه برای uplink را فراهم ساخته است ضمنا تجهیزات جدید قابلیت ارایه سرویس های ۱۰ G را نیز فراهم ساخته اند.

⋘ خواهشمندم در مورد وضعیت فیبر نوری در سطح شهر تبریز و استان، همچنین برنامه‌های سازمان مخابرات برای تقویت و توسعه‌ی آن توضیحاتی ارائه نمائید.

⋘ شهرستان تبریز بعنوان یکی از کلان شهر های ایران دارای بستر های کانالی مناسب و منحصر بفرد در کشور بوده وحدود ۲۰۰۰ کیلومتر کابل نوری در دو بخش لایه کر و لایه دسترسی توزیع شده است. شبکه FTTH با نصب و راه اندازی بیش از ۱۹۰۰ پست نوری در سطح شهر تبریز توزیع و برنامه های توسعه با اولویت مناطق در حال توسعه شهری در دستور کار مخابرات استان قرار گرفته است. اکثر سازمانهای دولتی و خصوصی، شهرداری ها، فرمانداری و بخشداری ها، بانک ها، شرکت ها وشهرک های صنعتی استان به بستر های ارتباطی فیبر نوری مجهز شده اند.

≪ جریان خرابی‌ها و اختلالاتی که در خیابان‌های شهر برای شبکه‌سازی توسط اپراتورها صورت می‌گیرد چیست؟

≪ بر اساس برنامه دولت در خصوص پوشش شبکه فیبر خانگی برای ۲۰ میلیون خانوار ایرانی تکالیف ایجاد زیر ساخت های لازم با مشوق های ویژه برای اپراتور های مختلف توافق و ابلاغ شده و اپراتور های مختلف جهت پیاده سازی تکالیف خود شروع به اجرای طرح های کانالسازی در شهر های مختلف نموده اند. بخش اعظم این زیر ساخت ها به موازات زیر ساخت های موجود مخابرات ایران در حال اجرا است.

≪ دانشجویان فارغ التحصیل مخابرات چگونه می‌توانند در زمینه فیبر نوری با مخابرات مشارکت داشته باشند؟ چه مهارت‌ها و اطلاعات اولیه‌ای لازم است؟

≪ با عنایت به تکالیف مخابرات ایران در راستای برنامه دولت(توسعه ۲۰ میلیون فیبر خانگی) و ضرورت تسریع عملیات استخراج طرح های توسعه و اجرای آن، همکاری دانشجویان و فارغ التحصیلان رشته های مرتبط بسیار مفید خواهد بود. دانشجویان میتوانند در قالب شرکت های فنی و مهندسی در مناقصات یا استعلام های جذب پیمانکار شرکت و در صورت برنده شدن ضمن عقد قرارداد با مخابرات همکاری نمایند.

≪ گفته شده که شبکه‌ی دسترسی داده‌ها به شرکت‌های خصوصی محول شوند؛ این امر چگونه صورت می‌گیرد؟ در مورد شرکت‌های وابسته به مخابرات توضیحاتی ارائه فرمائید.

≪ برابر پاسخ سوال ۳ برنامه ایجاد زیر ساخت ها شبکه کابل نوری منازل بصورت منطقه ایی و بعضا موازی به اپراتور های مختلف مخابراتی محول و تکالیف مشخصی به هر اپراتور ابلاغ شده است.

≪ توضیحات مختصری در رابطه با تفاوت فعالیت‌ها و وظایف محوله به سازمان مخابرات و زیرساخت در زمینه فیبر نوری ارائه دهید.

≪ شرکت ارتباطات زیر ساخت وظیفه حمل ترافیک های بین الملل، بین استانی و بعضا بین شهری اپراتور های مخابراتی را عهده دار و شرکت مخابرات ایران نیز بر اساس پروانه خود بصورت انحصاری سرویس های مکالمه و در کنار سایر اپراتور ها ارایه سرویس های داده را عهده دار می باشد.

≪ سازمان مخابرات شرایط در اختیار گذاشتن لوازم و متخصصانی را دارد که با برگزاری کارگاهها و یا اردوهای ۱ روزه در دانشگاه یا سازمان مخابرات، موجب آشنایی و آموزش اولیه دانشجویان مخابرات شود؟

≪ بنظر افزایش ارتباط بین دانشگاه و شرکت مخابرات، تشکیل کارگاه و اردو های آموزشی ضمن افزایش نگرش فنی دانشجویان رشته های فنی خصوصا مهندسی برق و امکان تطبیق تئوری با تکنولوژی های موجود و هدفمند سازی پایان نامه های دانشجویی، پیش نیاز تولد ایده های نو و بکارگیری دانش فنی نخبگان دانشگاهی را برای رفع مشکلات موجود مخابرات ایران و ایجاد سازو کار لازم برای افزایش بهره وری را فراهم خواهد ساخت. دانشگاه ها می توانند با ارسال درخواست ضمن اعلام آمادگی برای افزایش ارتباط دانشگاه با صنعت درخواست تشکیل کلاس و یا اردو های یک روزه برای مباحث فوق نمایند.

≪ اگر موردی هست که فکر می‌کنید ما به آن اشاره نکردیم و لازم می‌بینید که مطرح شود، لطفا با ما در میان بگذارید.

≪ به نظر در شرایط حاضر با لحاظ وضعیت اقتصادی کشور و تحریم های موجود، لازم و ضروری است مدیریت کلان صنعت مخابرات کشور ضمن بازنگری در سیاست فعلی خود در خصوص ایجاد سازو کار لازم برای هم افزایی اپراتور های مختلف، توقف موازی کاری، نجات صنعت مخابراتی و بهره گیری از دانشگاهیان و تجارب پیشکسوتان مخابرات گام های جدی و ملموس بر دارد.

خوانندگان عزیز،

هفتمین شماره از نشریه مخابرات دانشگاه تبریز به همت عزیزان دانشجوی مهندسی برق دانشگاه تبریز خدمت دوستان علاقه مند به مهندسی برق ارائه شده است. ما خوشحال هستیم که توجه شما عزیزان را به جهان جذاب مهندسی مخابرات جلب می‌کنیم. نشریه مخابرات دانشگاه تبریز که ذیل انجمن علمی مخابرات دانشگاه تبریز منتشر می شود، در صدد نشان دادن کارهای نوآورانه و پیشگامانه‌ای است که در زمینه مهندسی مخابرات انجام می‌شود.

انجمن علمی مخابرات دانشگاه تبریز

NSSOEE

تاسیس ۱۳۷۷

سازمان علمی دانشجویی مهندسی برق کشور

اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی برق

مهندسی پزشکی . مهندسی انرژی و مهندسی راه آهن

قیمت: ۵۰/۰۰۰ تومان