

**سوال 1:** هدف اصلی استفاده از Digital Twin در شبکه‌های 6G چیست؟

- (الف) افزایش توان ارسال
- (ب) شبیه‌سازی ترافیک شهری
- (ج) پایش و تحلیل پویای محیط پیچیده و امنیت شبکه
- (د) کاهش هزینه سخت‌افزار

✓پاسخ صحیح: ج

**سوال 2:** مشکل اصلی راهکارهای Digital Twin موجود در 6G چیست؟

- (الف) استفاده از مدل‌های یادگیری تقویتی
- (ب) وابستگی به مدل‌های ایستا و بار محاسباتی بالا
- (ج) نداشتن داده آموزشی
- (د) عدم پشتیبانی از V2V

✓پاسخ صحیح: ب

**سوال 3:** بکدام مازول برای کاهش بُعد داده و توزیع بار محاسباتی استفاده شده است؟

- الف LSTM
- ب PCA ساده
- ج stacked sparse autoencoder (ssAE)
- د CNN

✓پاسخ صحیح: ج

**سوال 4:** استفاده از Online Learning چه مزیتی ایجاد می‌کند؟

- (الف) افزایش نرخ ارسال داده
- (ب) کاهش نیاز به دیتابیس
- (ج) تشخیص پایدار حملات در شرایط پویا
- (د) حذف RSU

✓پاسخ صحیح: ج

## سوالات ۵ تا ۷ — مقاله دوم (Joint Channel Estimation & Prediction)

**سوال 5:** مشکل اصلی Frequency Hopping Sounding در تخمین CSI چیست؟

- (الف) نویز بالا
- (ب) محدود بودن نمونه‌های کانال در هر ارسال
- (ج) همبستگی زیاد زیرحامل‌ها
- (د) نیاز به Full Duplex

✓پاسخ صحیح: ب

**سوال 6:** چرا مسئله JCEP به صورت MMV مدل سازی شده است؟

- (الف) برای کاهش مصرف انرژی
- (ب) برای استفاده از CSI مشترک بین زیرباندها
- (ج) برای حذف Doppler
- (د) برای افزایش تعداد آنتن ها

✓پاسخ صحیح: ب

---

**سوال 7:** الگوریتم پیشنهادی مقاله برای حل JCEP چیست؟

- (الف) AMP کلاسیک
- (ب) OMP
- (ج) Off-Grid-MS Hybrid Message Passing
- (د) LSTM

✓پاسخ صحیح: ج

---

### سوالات ۸ تا ۱۰ — مقاله سوم (FlowMat & Masked Transformer)

**سوال 8:** ایده اصلی FlowMat از کدام حوزه الهام گرفته شده است؟

- (الف) Reinforcement Learning
- (ب) در بینایی ماشین Masked Autoencoders
- (ج) Graph Neural Networks
- (د) Compressed Sensing

✓پاسخ صحیح: ب

---

**سوال 9:** واحد پایه پردازش در FlowMat چیست؟

- (الف) آنتن
- (ب) زیرحامل فضایی
- (ج) بردار دامنه فرکانس به عنوان Token
- (د) کل ماتریس CSI

✓پاسخ صحیح: ج

---

**سوال 10:** مزیت اصلی استفاده از Mask Token در FlowMat چیست؟

- (الف) افزایش پیچیدگی
- (ب) کاهش نرخ پادگیری
- (ج) بازسازی همزمان و فشرده سازی CSI
- (د) حذف نیاز به Decoder

✓پاسخ صحیح: ج

## سؤال 1: نقش Digital Twin در شبکه‌های IoT چیست و چرا برای این شبکه‌ها ضروری است؟

پاسخ:

Digital Twin یک نسخه دیجیتال و همزمان از سیستم فیزیکی شبکه است که امکان پایش، تحلیل و پیش‌بینی رفتار شبکه را در شرایط پویا فراهم می‌کند. در IoT 6 به دلیل تحرك بالا، توبولوژی متغیر و ناهمگنی شدید، روش‌های سنتی کارایی ندارند. امکان مانیتورینگ بلاذرنگ، شبیه‌سازی حملات، و واکنش سریع به تهدیدات امنیتی را فراهم کرده و نقش کلیدی در افزایش امنیت و پایداری شبکه ایفا می‌کند.

## سؤال 2: چرا مدل‌های ایستا (Static Models) برای تشخیص حمله در شبکه‌های IoT 6 ناکارآمد هستند؟

پاسخ:

مدل‌های ایستا نمی‌توانند خود را با تغییرات سریع ترافیک، الگوهای جدید حملات و شرایط متغیر شبکه وفق دهند. در IoT 6 داده‌های شبکه دائمًا تغییر می‌کنند و استفاده از مدل ثابت باعث افت دقت، ناپایداری عملکرد و اختلاف زیاد نتایج بین دیتاست‌ها می‌شود. به همین دلیل، مدل‌های پویا و یادگیری آنلاین ضروری هستند.

## سؤال 3: چگونه استفاده از stacked sparse autoencoder (ssAE) بهبود کارایی سیستم کمک می‌کند؟

پاسخ:

ssAE با استخراج ویژگی‌های مهم و حذف ویژگی‌های زائد، بعد داده‌ها را کاهش می‌دهد. این کار باعث کاهش بار محاسباتی، مصرف حافظه و تأخیر سیستم می‌شود. همچنین با حفظ اطلاعات کلیدی داده، دقت تشخیص حمله حفظ شده و حتی بهبود می‌یابد. قرار دادن این مازول در لایه Cyber Twin باعث توزیع بار محاسباتی در کل سیستم می‌شود.

## سؤال 4: اهمیت Online Learning در چارچوب پیشنهادی مقاله چیست؟

پاسخ:

Online Learning امکان بهروزرسانی مداوم مدل تشخیص حمله را بر اساس شرایط فعلی شبکه فراهم می‌کند. این رویکرد باعث می‌شود سیستم نسبت به تغییر نوع حملات و داده‌های جدید مقاوم باشد و عملکرد پایدار و یکنواختی در دیتاست‌ها و شرایط مختلف داشته باشد، که برای محیط‌های پویای IoT 6 حیاتی است.

## سؤال 5: چرا در سیستم‌های Massive MIMO، تخمین و پیش‌بینی کانال باید به صورت مشترک (JCEP) انجام شود؟

پاسخ:

تخمین کانال به CSI فعلی و پیش‌بینی کانال به CSI آینده مربوط است. این دو مسئله از نظر ماهیت یکی هستند و تنها از نظر زمان تقاضوت دارند. انجام جداگانه آن‌ها باعث اتلاف اطلاعات مشترک می‌شود JCEP با بهره‌گیری همزمان از همبستگی زمانی، فرکانسی و فضایی، دقت CSI را افزایش داده و مشکل کهنه‌گی (CSI Staleness) را کاهش می‌دهد.

## سؤال 6: مشکل Energy Leakage در حوزه Delay-Angle-Doppler چیست و چرا رخ می‌دهد؟

پاسخ:

Energy Leakage زمانی رخ می‌دهد که پارامترهای واقعی کانال دقیقاً روی گریدهای DFT قرار نگیرند. Off-Grid (DFT) به دلیل محدود بودن تعداد زیرحاملا، آنچهای زمانی، نمونه‌های زمانی، قادر به نمایش دقیق مسیرها نیست و انرژی یک مسیر بین چند گرید پخش می‌شود که دقت تخمین کانال را کاهش می‌دهد.

---

## سؤال 7: الگوریتم Off-Grid-MS HMP چگونه مشکل کمبود CSI اولیه را حل می‌کند؟

پاسخ:

این الگوریتم با استفاده از چارچوب Free Energy و پیامرسانی ترکیبی، به صورت تطبیقی پارامترهای آماری کانال را یاد می‌گیرد. به جای نیاز به اطلاعات اولیه دقیق، الگوریتم در هین اجرا هایپرپارامترها را تخمین زده و خود را با شرایط واقعی کانال تطبیق می‌دهد.

---

## سؤال 8: ایده Masked Token در FlowMat چه کمکی به تخمین و فیدبک CSI می‌کند؟

پاسخ:

با ماسک کردن بخشی از توکن‌های CSI، مدل مجبور می‌شود از همبستگی ذاتی داده‌ها برای بازسازی بخش‌های حذف شده استفاده کند. این کار باعث یادگیری عمیق‌تر ساختار کانال، کاهش حجم داده ارسالی و افزایش دقت بازسازی CSI در سمت گیرنده می‌شود.

---

## سؤال 9: چرا دامنه فرکانس به عنوان واحد Token در FlowMat انتخاب شده است؟

پاسخ:

تحلیل‌ها نشان می‌دهد بین زیرحاملا، فرکانسی همبستگی قوی وجود دارد. استفاده از بردارهای فرکانسی به عنوان Token مشابه Patch در بینایی ماشین یا Word در NLP است و امکان استفاده مؤثر از Self-Attention برای استخراج الگوهای محلی و سراسری CSI را فراهم می‌کند.

---

## سؤال 10: مزیت اصلی استفاده از معماری Encoder-Decoder واحد در FlowMat چیست؟

پاسخ:

این معماری امکان انجام همزمان تخمین کانال و فیدبک CSI را فراهم می‌کند، در حالی که روش‌های قبلی برای هر کدام شبکه جداگانه داشتند. نتیجه آن کاهش پیچیدگی، کاهش سربار محاسباتی و بهبود عملکرد کلی سیستم در هر دو وظیفه است.