بسمه تعالی

پروژه شماره ۲

عنوان پروژه :

مدیریت هوشمند انرژی در یک خانه هوشمند با استفاده از یادگیری تقویتی

هدف پروژه:

در این پروژه، هدف طراحی و آموزش یک عامل هوشمند (RL Agent) است که بتواند مصرف انرژی در یک خانه هوشمند را بهینه کند. عامل باید با کنترل دستگاه هایی مانند سیستم گرمایش/ سرمایش(HVAC) ، سیستم‌های ذخیره انرژی (باتری) و منابع انرژی تجدید پذیر (مثل پنل خورشیدی)، به دنبال کمینه سازی هزینه انرژی و حفظ راحتی ساکنین باشد. این پروژه نشان می دهد که چگونه یادگیری تقویتی می‌تواند در بهینه سازی مصرف انرژی و پایداری محیطی نقش کلیدی داشته باشد.

زمینه و انگیزه:

با افزایش هزینه برق و نگرانی های زیست محیطی، مدیریت هوشمند انرژی در خانه ها یکی از چالش های مهم امروزی است. سیستم های هوشمند باید بتوانند:

از انرژی های تجدید پذیر بهینه استفاده کنند،

در زمان های پیک قیمت، مصرف را کاهش دهند،

و در عین حال، راحتی کاربران (مثل دمای مطلوب) را حفظ کنند.

این پروژه شبیه سازی واقعی از چنین سیستمی را ارائه می دهد و دانشجویان را با کاربردهای عملی RL در حوزه انرژی و اینترنت اشیا (IoT)آشنا می کند.

تعیین شرایط و طراحی محیط

.1 متغیرهای حالت:(State Space)

هر حالت شامل اطلاعات زیر است:

دمای داخل خانه(°C)

دمای بیرون(°C)

سطح شارژ باتری (0 تا 100٪)

تولید فعلی پنل خورشیدی (کیلووات)

قیمت لحظه ای برق (از شبکه، متغیر نسبت به زمان روز)

زمان روز (ساعت، برای تشخیص پیک/غیر پیک)

دمای مطلوب کاربرSetpoint، مثلاً 22°

فضای حالت می‌تواند پیوسته یا گسسته سازی شده باشد.

.2 فضای اقدام:(Action Space)

عامل در هر مرحله (مثلاً هر 15 دقیقه) یکی از اقدامات زیر را انتخاب می‌کند:

اقدام توضیح

:HVAC خاموش سیستم گرمایش/سرمایش خاموش

:HVAC گرمایش ضعیف مصرف 1 کیلووات

HVAC: گرمایش قوی مصرف 2 کیلووات

HVAC: سرمایش مصرف 1.5 کیلووات

شارژ باتری از شبکه یا پنل شارژ بگیرد (مثلاً 1 کیلووات)

تخلیه باتری به خانه انرژی بدهد (مثلاً 1 کیلووات)

عدم استفاده از باتری بدون تغییر

3. تابع پاداش:(Reward Function)

تابع پاداش باید تعادل بین کاهش هزینه و حفظ راحتی را برقرار کند

هزینه انرژی: مصرف × قیمت لحظه‌ای برق.

انحراف دما: فاصله دمای داخل از دمای مطلوب (مثلاً اگر دمای مطلوب 22 باشد و دمای فعلی 18 باشد، پاداش کمتر می‌شود).

نوسانات سیستم: جریمه برای تغییر مکرر وضعیت) HVAC برای افزایش عمر دستگاه.(

مثال: اگر دمای داخل خیلی پایین باشد و کاربر ناراحت باشد، پاداش منفی بزرگی داده می‌شود.

4. مدل دینامیک محیط:(State Transition)

دمای داخل با توجه به دمای بیرون، وضعیت HVAC و عایق‌بندی خانه تغییر می‌کند (با استفاده از مدل ساده ترمودینامیکی).

باتری بر اساس اقدام عامل شارژ/تخلیه می‌شود (با بازدهی 90٪).

تولید پنل خورشیدی بر اساس زمان روز و شرایط آب‌وهوایی شبیه‌سازی می‌شود (داده‌های واقعی یا شبیه‌سازی شده).

5. افق زمانی:(Episode)

هر episode یک روز (24 ساعت) در نظر گرفته می‌شود.

هر مرحله 15 = (timestep) دقیقه ← 96 مرحله در هر.episode

ابزارها و کتابخانه‌ها:

زبان برنامه‌نویسیPython

شبیه‌سازی محیط: پیاده‌سازی سفارشی با `gymnasium` یا استفاده از محیط‌های موجود مثل `EnergyPlus` یا `HassSim` برای پروژه‌های پیشرفته

کتابخانه‌های مورد نیاز:

`numpy`, `pandas` برای داده

`matplotlib/seaborn` رسم نمودارها

`torch` یا `tensorflow` برای شبکه عصبی

`StableBaselines3` اختیاری، برای مقایسه با الگوریتم‌های پیشرفته

معیارهای ارزیابی:

معیار	توضیح
کاهش هزینه انرژی	مقایسه هزینه کل با سیاست ثابت (مثلاً همیشه از شبکه استفاده کند)
استفاده از انرژی تجدیدپذیر	درصد انرژی مصرفی که از پنل خورشیدی تأمین شده
گزارش تحلیلی	تحلیل عملکرد، نمودارهای پاداش، دما، مصرف و قیمت

پیشنهادات برای توسعه (اختیاری) :افزودن چند کاربر با ترجیحات متفاوت (چند عامله یا سیاست شخصی‌سازی شده).

استفاده از داده‌های واقعی دمای شهر و قیمت برق) مثلاً از PJM یا.(ISONE

استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته مثلPPO ، SACیاTD3