



---

## اجباری

---

هدف از این پروژه، آشنایی عملی با روال هم طراحی سخت افزار و نرم افزار در قالب پیاده سازی یک نمونه عملیاتی در سطح سیستم می باشد. بدین منظور، طراحی توأم سخت افزاری و نرم افزاری الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (Particle Swarm Optimization (PSO)) به عنوان یکی از الگوریتم های بهینه سازی فرامکاشفه ای کاربرد در نظر گرفته شده است. هدف از این طراحی، بکارگیری موثر این الگوریتم در بستر سیستم های نهفته و افزایش کارایی این روش بهینه سازی در کنار در نظر داشتن ملاحظات هزینه و فضای پیاده سازی می باشد. بدین منظور اجزای اصلی این الگوریتم در قالب بلوک های عملیاتی در نظر گرفته شده و پیاده سازی آن ها در بستر سخت افزار یا نرم افزار مورد بحث قرار می گیرد.

الگوریتم PSO، روش بهینه سازی و جستجوی مبتنی بر جمعیت و خود تطبیق پذیر است که با الهام از رفتارهای اجتماعی ساده شده موجوداتی مانند ماهی ها و پرندگان ارائه شده است. این الگوریتم از لحاظ پیاده سازی و ایده اولیه ساده می باشد و در زمان مشخص و مناسب جواب نهایی را فراهم می آورد و در نتیجه انتخاب بسیار مناسبی برای بسیاری از کاربردهای مهندسی از جمله سیستم های نهفته می باشد. با وجود ساده تر بودن این الگوریتم نسبت به سایر روش های بهینه سازی تکاملی، همچنان بکارگیری آن در بستر سیستم های نهفته به دلیل محدودیت های ذاتی آن ها در توان پردازشی، حجم حافظه و ... چالش برانگیز می باشد. در نتیجه با طراحی موثر سعی می شود تا این الگوریتم با کارایی مناسب پیاده سازی شود و زمان پردازشی آن متناسب باشد.

طراحی ماژولار این الگوریتم و بخش بندی و توزیع آن بین اجزای پردازشی سخت افزاری و نرم افزاری، یکی از موثرترین روش ها در بهبود کارایی و بکارگیری آن در سیستم های نهفته می باشد. بدین منظور تصمیم درباره تخصیص هر ماژول به سخت افزار یا نرم افزار برحسب الزامات مسئله و سیستم متفاوت است. در این پروژه ابتدا یکی از تقسیم بندی های ماژولار مناسب انتخاب شده و هدف آن است که براساس آن، روال هم طراحی این الگوریتم بر بستر سخت افزار و نرم افزار انجام گیرد. بدین ترتیب در نهایت سیستمی خواهیم داشت که قادر است الگوریتم PSO را با کارایی و هزینه مناسب پیاده سازی کند و در ساختار سیستم های نهفته بکار گرفته شود.

کلیات این الگوریتم و روال کار آن در ادامه توضیح داده می شود و توصیه می گردد به منظور آشنایی بیشتر با روال کار این الگوریتم مطالعه بیشتر در این حیطه انجام گیرد. در ساختار پایه این الگوریتم، کار با جمعیتی از جواب های



### اجباری

کاندید مسئله آغاز می شود (از دحام ذرات). این ذرات در فضای جستجو با الگو و نظم مشخصی به حرکت در می آیند. برای حرکت ذرات، هر نقطه از دانش خود و همسایگانش استفاده می کند و موقعیت و اطلاعات سایر نقاط بر روش جستجوی هر ذره تاثیرگذار است. بدین ترتیب ذرات به سمت نواحی که از حیث هدف بهینه سازی مناسب تر هستند میل می کنند و هدف اصلی بهینه سازی برقرار می شود. اساس کار این الگوریتم بر مقایسه مکان فعلی هر نقطه با بهترین تجربه ای که تاکنون داشته و بهترین مکان موجود در همسایگی اش و تنظیم حرکت بعدی بر این اساس می باشد. پارامتر شایستگی براساس میزان نزدیک بودن ذره به هدف اصلی مسئله تعیین می شود. علاوه بر معیار مکان که در تعیین شایستگی موثر است، معیار سرعت نیز برای هر ذره در فضای جستجو تعریف می شود که هدایت ذره به سمت نقطه بهینه را برعهده دارد.

در ابتدای کار، جمعیت بصورت تصادفی تولید می شود و در هر گام از الگوریتم به صورت تکراری، موقعیت هر ذره به روزرسانی می شود. برای به روزرسانی از دو پارامتر استفاده می شود:  $pbest$  و  $gbest$  که به ترتیب بهترین تجربه شخصی هر ذره (نوستالوژی) و بهترین تجربه در کل ذرات (هوش جمعی) است. این پارامترها در هر گام به روز رسانی و ذخیره می شوند. به روز رسانی در هر مرحله روی سرعت و مکان هر ذره براساس  $pbest$  و  $gbest$  با استفاده از روابط زیر انجام می گیرد.

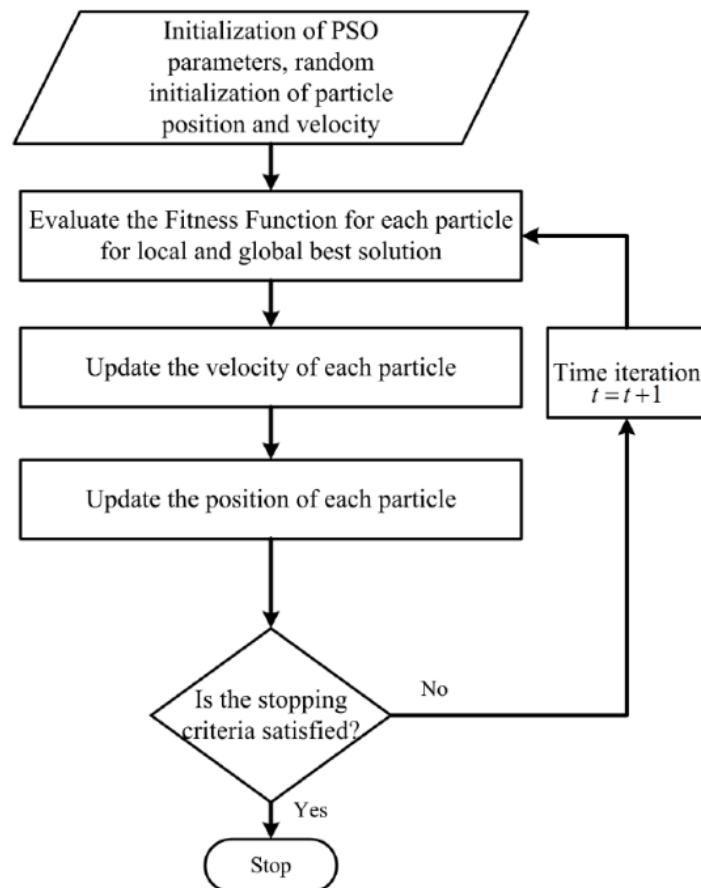
$$v_i(t+1) = w \times v_i(t) + c_1 \times rand \times (pbest_i - x_i(t)) + c_2 \times rand \times (Gbest - x_i(t)) \quad (1)$$

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1) \quad (2)$$

رابطه (۱) شیوه به روز شدن سرعت هر ذره را در هر گام نشان می دهد و رابطه (۲) موقعیت جدید را مشخص می کند. هر ذره در فضای جستجو به سمت نقطه بهینه براساس سرعت  $v$  حرکت می کند که این سرعت بطور پویا براساس تجربه شخصی و تجربه سایرین تنظیم می شود. همچنین مکان بعدی براساس سرعت و مکان فعلی مشخص می گردد. در این روابط پارامترهای  $c_1$  و  $c_2$  ثابت های سرعت،  $rand$  عدد تصادفی بین صفر و یک و  $w$  ثابت اینرسی است که تنظیم آن در اتمام الگوریتم و زمان رسیدن به پاسخ مناسب موثر است و شتاب حرکت را جهت جستجوی فضا مشخص می کند. فلوچارت مراحل الگوریتم PSO در شکل ۱ نشان داده شده است.



پروژه پیش رو با هدف پیاده سازی الگوریتم PSO در فرایند طراحی توأم سخت افزار و نرم افزار در دو فاز تعریف شده است که در ادامه به شرح هر فاز و خروجی های موردانتظار در هر مرحله آن خواهیم پرداخت.



شکل ۱: فلوچارت الگوریتم PSO

## فاز اول:

هدف از این فاز، آشنایی با پروژه و انتخاب استراتژی طراحی آن می باشد. بدین منظور لازم است مطالعه ای بر الگوریتم PSO و مراحل آن انجام شود و برآن اساس مازول های اساسی که لازم است پیاده سازی شوند استخراج گردند. پس از این مرحله براساس ویژگی های اساسی هریک از این مازول ها و محدودیت ها و الزامات آن ها فرایند پارتیشن بندی (افراز) روی سخت افزار و نرم افزار انجام گیرد. خروجی این فاز در قالب گزارش کوتاهی است که در



آن چکیده درک خود از پروژه و همچنین ماژول‌های اصلی و پروسه‌های سیستمی که قصد پیاده‌سازی آن را در طی این پروژه دارید را براساس توضیحات بیان شده ارائه می‌دهید. همچنین براساس ویژگی ماژول‌ها، برنامه خود را برای پیاده‌سازی هر ماژول به‌صورت سخت‌افزاری یا نرم‌افزاری مشخص کنید. دقت داشته باشید که به‌دلیل توضیحات داده شده لازم است هر دو بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در سیستم وجود داشته باشد و اساس پارتیشن‌بندی پیشنهادی خود را بر کاهش زمان اجرا و افزایش کارایی از طریق استفاده حداکثری از موازی‌سازی در نظر بگیرید. در این بخش الزامی به استفاده از الگوریتم خاصی نیست و براساس دانش خود پیشنهاد افراز را مطرح نمایید.

### فاز دوم:

هدف از این فاز از پروژه، پیاده‌سازی طرح پیشنهادی برای هم‌طراحی الگوریتم PSO است که در فاز اول مطرح کردید. بدین منظور لازم است بخش سخت‌افزاری و بخش نرم‌افزاری را به‌صورت مناسب پیاده‌سازی کرده و ارتباط مناسبی بین این دو بخش برقرار نمایید. به‌منظور پیاده‌سازی ساختار سیستم از زبان توصیف SystemC استفاده کنید و با برقراری اتصال صحیح بین بخش‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، طراحی خود را تکمیل نمایید.

در نهایت به‌منظور ارزیابی و بررسی درستی ساختار پیاده‌سازی شده، یک مورد از توابع زیر را به دلخواه انتخاب کرده و عمکرد الگوریتم PSO خود را به‌منظور کمینه‌سازی آن بررسی کنید. در این آزمایش، مقادیر  $c_1$  و  $c_2$  را برابر دو و  $w$  را تصادفی تنظیم کنید و زمان به پاسخ رسیدن الگوریتم‌تان را نیز گزارش کنید.

- $f_1(x) = \sum_{i=0}^2 x_i^2$ , Search space =  $[-30,30]^3$
- $f_2(x) = \sum_{i=1}^3 ix_i^4 + rand$ , Search space =  $[-1.28,1.28]^3$
- $f_3(x) = \sum_{i=0}^2 ([x_i + 0.5])^2$ , Search space =  $[-10,10]^3$
- $f_4(x) = \sum_{i=0}^2 -\frac{|\sin x_i|}{|x_i|}$ , Search space =  $[-20,20]^3$

خروجی این فاز می‌بایست شامل گزارشی از روال انجام کار و نتایج به‌دست آمده از ارزیابی طراحی انجام شده به‌همراه کدهای پیاده‌سازی شده باشد.

بسمه تعالی  
هم طراحی سخت افزار و نرم افزار  
نیمسال اول ۱۳۹۹  
پروژه



---

اجباری

---

**بخش امتیازی:**

پیاده سازی بخش نرم افزاری را در محیط Matlab انجام دهید و با برقراری اتصال صحیح بین بخش های سخت افزاری (شبیه سازی شده در محیط SystemC) و نرم افزاری (شبیه سازی شده در محیط Matlab)، طراحی خود را تکمیل نمایید و توسط توابع داده شده درستی عملکرد سیستم را ارزیابی و نسبت به حالت قبل مقایسه نمایید.

**"موفق باشید"**