راهکارهای نوین در بهینه‌سازی آنتن یاگی اودا

عباسعلی لطفی نیستانک، فرخ حجت کاشانی و کسری برکشلی

چکیده: در این مقاله روشهای مختلف بهینه‌سازی از قبیل الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ژنتیک با الهام از روش فرایند تدریجی سرد شدن فلزات[1] و الگوریتم ژنتیک مبتنی بر تصمیم گیری فازی و همچنین روش بهینه‌سازی گروه ذرات[2] (PSO) برای یک آنتن یاگی ۵ عنصره مورد استفاده قرار گرفته است. برای تحلیل از نرم‌افزار Super NEC به دلیل سرعت اجرایی بالای آن استفاده شده است. از آنجایی که بهینه‌سازی آنتن‌ها در یک باند فرکانسی از طریق الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ژنتیک با الهام از روش فرایند تدریجی سرد شدن فلزات زمان خیلی زیادی برای اجرا می‌طلبد و از طرفی ممکن است با کم کردن اعضای جمعیت و تعداد تکرار دقت بهینه‌سازی کم شود سیستم بهینه‌سازی ژنتیکی مبتنی بر تصمیم گیری فازی نیز معرفی شده است.

همچنین روش گروه ذرات نیز به عنوان یک روش کارا و با همگرایی خوب در این بهینه‌سازی معرفی شده است. مقایسه میان تکنیک‌های بهینه‌سازی نشان می‌دهد که الگوریتم ژنتیک مبتنی بر تصمیم گیری فازی و همچنین روش گروه ذرات در رابطه با نتایج حاصله مؤثرتر و بهتر عمل نموده و همچنین از نظر اجرا نیز به زمان کمتری نیاز دارد.

کلید واژه: **الگوریتم ژنتیک، آنتن یاگی-اودا، الگوریتم فرایند تدریجی سرد شدن فلزات، سیستم تصمیم گیری فازی و روش بهینه‌سازی گروه ذرات.**

۱- مقدمه

آنتن یاگی در سال ۱۹۲۵ توسط هیدتسوگو یاگی و شینتارو اودا، دردانشگاه توهوکو درشهر سندای ژاپن اختراع گردید. در حال حاضر این آنتن در مقیاس بسیار وسیعی بعنوان آنتن گیرنده برای دریافت سیگنالهای تلویزیونی بکار برده می‌شود.

استقبال شدید از آنتن یاگی را می‌توان بدلایل داشتن خصوصیات زیر دانست:

الف) سادگی ساخت و قیمت ارزان

ب) وزن سبک و داشتن مقاوت کم درمقابل باد

ج) داشتن ساختار ساده و طرز استفاده آسان

د) سود بردن از مزایای آرایه‌ها (نظیر بهره بالا) بدون آنکه درگیری زیادی با مشکلات آنها (بخصوص مشکل تغذیه آرایه‌ها) داشته باشد.

داشتن بهره و پهنای باند خوب برای این آنتن ضروری بوده و بهینه‌سازی این آنتن موضوع جالبی است.

از مهمترین روشهای بهینه‌سازی فراگیر الگوریتم ژنتیک است. این الگوریتم در سال ۱۹۷۰ توسط هلند مطرح شده و توانایی آن در حل مسائل پیچیده همراه با متغیرهای زیاد اثبات شده است [۱]. این الگوریتم بر مبنای فلسفه تکامل و سازگاری استوار بوده و بقا بهترین‌ها را شبیه‌سازی می‌کند و بنابراین می‌توان برای بهینه‌سازی توابع با متغیرهای گسسته زیاد بخوبی از آن سود جست.

از الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی آنتن یاگی اودا به صورت گسترده‌ای استفاده شده است. در مرجع [۲] و [۳] ابعاد و فواصل در آنتن یاگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک و در راستای رسیدن به بهره بالا و گلبرگهای کناری پایین بهینه شده‌اند.

در مرجع [۴] آنتن یاگی V شکل که با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه گردیده است، معرفی شده است.

الگوریتم ژنتیک سلسله مراتبی[3] برای مسائل بهینه سازی با چند هدف روشی کارا و مفید است که در مرجع [۵] در مورد آنتن یاگی اودا مورد استفاده قرار گرفته است.

به تازگی الگوریتم ژنتیک قسمت شده[4] به عنوان روشی پویا و قوی در بهینه سازی آنتن یاگی اودا گزارش شده است [۶].

امروزه تلاش برای پیاده سازی عددی رفتارهای گروهی در طبیعت مانند رفتار ماهی یا پرندگان مورد توجه محققین واقع شده است. نحوه حرکت این جانداران در یک دسته عمومی و به صورت فردی می‌تواند ایده جالبی در بهینه‌سازی مسایل مهندسی باشد [۷] تا [۹].

۲- خصوصیات ساختاری آنتن یاگی

مطابق شکل ۱، آنتن یاگی در ساده ترین حالت بصورت آرایه‌ای از دوقطبی‌ها است که تنها یکی از آنها مستقیماً بوسیله خط انتقال تحریک می‌شود (تغذیه‌گر) و بقیه در حالت فرستندگی بصورت تابشگرهای پارازیتی عمل می‌کنند که جریانشان بر اثر القای متقابل از تغذیه‌گر و دیگر عناصر پارازیتی بوجود می‌آید.

آنتن یاگی دارای سه نوع عنصر است که عبارتند از تغذیه‌گر (عنصر تحریک شونده)، بازتابنده و راستاده.

در عمل اولین بازتابنده‌ای که در کنار تغذیه قرار دارد نقش اصلی بازتابندگی را ایفا می‌کند و اضافه نمودن عنصر دیگری بعنوان بازتابنده در طول آنتن (نه در ارتفاع) تأثیر چندانی در بهبود کارکرد آنتن نخواهد داشت و بهمین دلیل معمولا در آنتن یاگی تنها از یک عنصر بازتابنده استفاده می‌گردد و با اضافه نمودن تعداد بیشتری راستاده به آرایه می‌توان کارکرد آنتن را بمیزان قابل توجهی بهبود بخشید [۱۰].

از طریق محاسبه و آزمایش مشخص شده است که محل و ابعاد بازتابنده تأثیر زیادی بر نسبت جلو به پشت، امپدانس ورودی و بهره دارند. طول و قطر تغذیه گر تأثیر مهمی در مقادیر امپدانس ورودی و بهره دارند و محل و ابعاد راستاده‌ها اثر زیادی بر بهره و نسبت جلو به پشت دارند.

از معایب این آنتن می‌توان به پایین بودن قسمت حقیقی امپدانس ورودی و پهنای باند باریک (حدود ۲۰٪) اشاره نمود. بهبود این دو مقدار

این مقاله در تاریخ ۴ تیر ماه ۱۳۸۴ دریافت و در تاریخ ۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴ بازنگری شد.

عباس علی لطفی نیستانک، پژوهشکده برق جهاد دانشگاهی، تهران، نارمک، کدپستی ۱۶۸۴۴ (email: alotfi@iust.ac.ir).

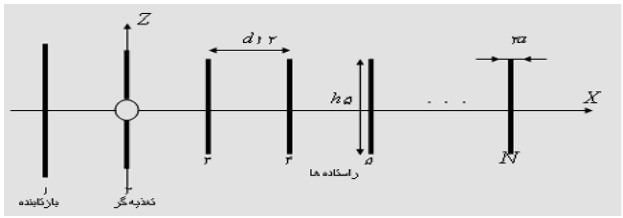
فرخ حجت کاشانی، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، نارمک، کدپستی ۱۶۸۴۴ (email: kashani@iust.ac.ir).

کسری برکشلی، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.

1. Simulated Annealing
2. Particle Swarm Optimization
3. Hierarchical Genetic Algorithms
4. Pareto Genetic Algorithms

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: ساختار آنتن یاگی.

باعث افت مؤلفه‌هایی نظیر بهره می‌گردد. از این رو باید مصالحه‌ای بین کل مشخصات آنتن صورت گیرد و با توجه به پیچیدگی مسئله الگوریتم ژنتیک می‌تواند بسیار کارا باشد.

با استفاده از دوقطبی‌های خمیده دوتایی، سه تایی و چهارتایی بعنوان تغذیه‌گر می‌توان امپدانس ورودی بهبیود بخشید بدون آنکه تغییر چندانی در بقیه مشخصات بوجود آید.

۳- الگوریتم ژنتیک ساده

بطور کلی یک بهینه ساز ژنتیک باید توانایی انجام ۶ وظیفه زیر را داشته باشد:

پارامترهای جواب را به صورت ژن کد کند.

از بهم پیوستن رشته ای از ژنها یک کرموزوم بسازد.

جمعیت اولیه را مقدار دهی اولیه کند.

توانایی محاسبه و نسبت دادن یک مقدار که نشان دهنده شایستگی هر یک از اعضا جمعیت باشد را داشته باشد.

به کمک مقدار شایستگی، اعضایی از جمعیت فعلی را برای تولید نسل بعدی انتخاب کند.

از طریق باز ترکیب و جهش اعضاء جمعیت نسل بعد را بوجود آورد.

انجام وظایف بالا مستلزم سه مرحله در بهینه‌سازی می‌باشند که عبارتند از :مقدمه چینی، باز تولید و جایگزینی نسل‌ها. الگوریتم با انتخاب اتفاقی تعداد معینی از پارامترها یک جمعیت اولیه ایجاد شده و هر یک از رشته پارامترها تشکیل یک کرموزوم می‌دهند و به عنوان یک عضو نسل کنونی ایفای نقش می‌کنند. با محاسبه تابع شایستگی برای هر کدام از اعضا نسل کنونی زمینه برای مرحله باز تولید یعنی ایجاد نسل جدید مهیا می‌شود. در مرحله باز تولید یک جفت از اعضا جمعیت فعلی انتخاب می‌شوند تا کار والدین را انجام دهند. والدین با گذراندن جابجایی ژنها و جهش ژنی یک جفت فرزند تولید می‌کنند. سپس این بچه ها در نسل جدید قرار می‌گیرند. انتخاب تقاطع و جهش ژنی تا وقتی که فرزندان کافی برای پر کردن نسل حدید تولید شوند تکرار می‌شود. در مرحله تولید و جایگزینی، نسل جدید جایگزین نسل فعلی شده و مقدار شایستگی هر عضو جدید مجدداً محاسبه می‌شود و سپس معیارهای آزمایش بررسی می‌گردد و در صورتی که این معیار برآورده نشود مراحل قبلی مجدداً تکرار می‌گردد.

این کرموزوم‌ها با یک روش از پیش تعیین شده کدگذاری و کدگشایی می‌شوند، اندازه ژنها نمایانگر تفاوت متغیرها می‌باشد و ممکن است این متغیرها در اندازه با یکدیگر فرق کنند. تعداد بیت یک ژن را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد

$$nbit = \frac{\log\left(\frac{range}{resolution}+1\right)}{\log 2} \qquad (1)$$

که در آن $range = L_{\max} - L_{\min}$ میزان تغییرات در متغیر L می‌باشد و resolution میزان دقت مورد نیاز است. در صورتی که $nbit$ مقداری اعشاری داشته باشد آن را گرد می‌کنیم. همچنین از فرمول‌های زیر برای کد کردن به صورت باینری و کد گشایی به فرم حقیقی استفاده می‌شود

$$L_{encoded} = l_1 l_2 ... l_{nbit}$$

$$L = L_{\min} + \left(\frac{L_{\max} - L_{\min}}{2^{nbit} - 1}\right) \sum_{k=0}^{nbit-1} 2^k . l_k \qquad (2)$$

۳-۱-معیارهای انتخاب در الگوریتم ژنتیک

حذف جمعیت: در این استراتژی کرموزوم‌ها برطبق جور بودن ارزش‌هایشان ردیف می‌شوند، (بترتیب بلندترین و کوتاه‌ترین ردیف می‌شوند). فقط کرموزوم‌های با ارزش بالا برای شرکت در مراحل تکامل برگزیده می‌شوند.

انتخاب همگن (تناسبی): برای استراتژی این انتخاب احتمال اینکه یک کرموزوم انتخاب شود یعنی $p_{selection}$ برابر است با

$$p_{selection} = \frac{fitness\ of\ chromosome_i}{\sum_i (fitness\ of\ chromosome_i)} \qquad (3)$$

بلندتر بودن به این شکل (تناسب) احتمال بیشتری در انتخاب خواهد داشت و یا برعکس یکی از دلایل استفاده از این استراتژی این است که ممکن است یک کرموزوم بسیار نامناسب بتواند برای شرکت در مراحل جهش انتخاب شود.

گزینش ورزشی (مسابقات جمعی ورزشی): در گزینش مسابقات ورزشی n نفر بطور تصادفی از میان جمعیت انتخاب می‌شوند. سپس آن افراد بر پایه تناسبشان با افرادی که در تناسب ورزشی بالاتری هستند مسابقه می‌دهند. این مراحل چندین مرتبه تکرار می‌شوند تا اینکه افراد جدیدی جدول را پر کنند. این استراتژی همچنین به یک فرد اجازه می‌دهد که بیش از یک بار انتخاب شود.

۳-۲- طرحهای ترکیب شدن

زمانی که استراتژی انتخابی درگیر گزینش افراد برای شرکت در مراحل تکامل است، استراتژیهای جفتی دو کرموزوم مولدی را که با هم کامل (و جفت می‌شوند) برمی‌گزینند. قبل ازاینکه طرحهای دوتایی (جفتی) اجرا شوند تمام افراد انتخاب شده به ترتیب از بهترین تا بدترین نوع از نظرارزش جور بودن با هم ردیف می‌شوند.

بهترین‌ها با بدترین‌ها[1]: در این طرح کرموزوم‌های با بالاترین ارزش با کرموزوم‌های با پایین‌ترین ارزش عمل جفت‌گیری را انجام می‌دهند و همینطور ردیف بعدی از لحاظ ارزش در بالا و پایین با هم جفت می‌شوند.

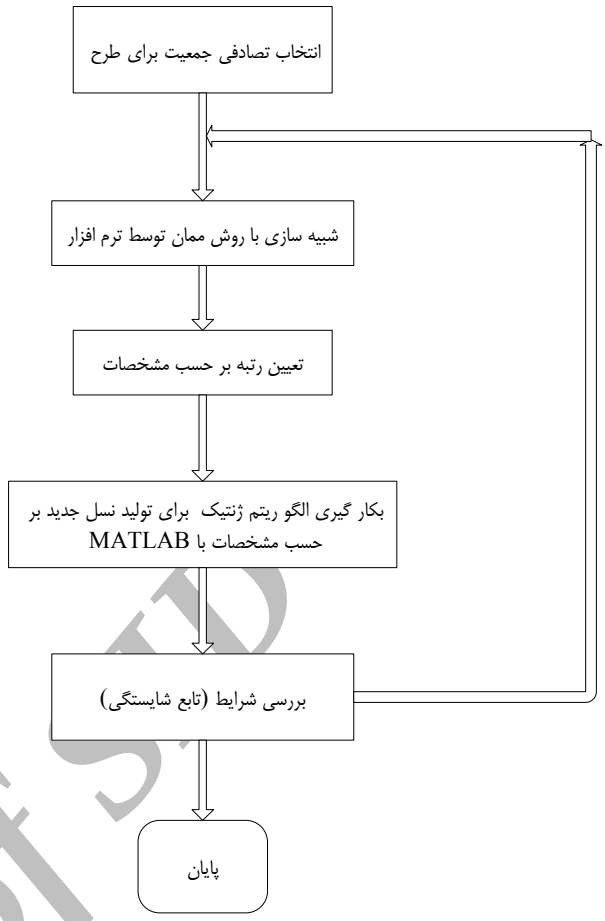
تناسب در استفاده جفت: در این طرح دو جفت با بیشترین ارزش ردیف شده و سپس دو فرد با ارزش بعدی دیگر و همینطور تا آخر جفت‌ها مشخص می‌شوند.

امپراتور انتخابی[2]: در این روش با ارزش ترین فرد با نفر بعدی از لحاظ ارزش و چهارمین عضو از لحاظ ارزش با ششمین جفت می‌شوند. در این کار سومی، و پنجمی را رها می‌کنند و به همین شکل ادامه می‌دهند. در نتیجه افرادی بدون تغییر و تحول برای نسل بعدی باقی می‌مانند.

1. Best-Mates-Worst (BMW)
2. Emperor-Selective (EMS)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: بلوک دیاگرام روش GA/MOM.

در این قسمت تابع شایستگی مورد استفاده معرفی شده است. تابع شایستگی و میزان ارزش[1] نشان می‌دهد که یک کرموزوم چقدر خوب است، هر چه ارزش بالاتر باشد یک کرموزوم بهتر است. تابع شایستگی می‌تواند از رابطه زیر پیروی کند:

$$Fitness/Cost = \left(\frac{ActualGain}{Req.Gain}\right)^{gFactor} + \left(\frac{Req.VSWR}{ActualVSWR}\right)^{vFactor} \quad (۴)$$

$gFactor$ و $vFactor$ به کاربر این امکان را می‌دهند که ارزش دلخواه برای بهره و VSWR ایجاد کند. مقدار پیشنهادی برای $gFactor$ و $vFactor$ عدد ۲ می‌باشد (که یک مقدار نرمال است).

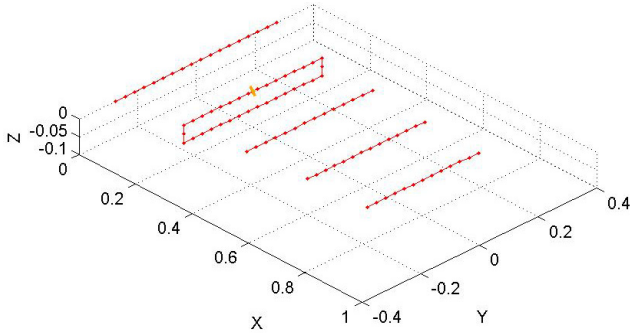
اگر نیاز باشد ساختار یک آنتن در یک محدوده فرکانسی بهینه شود، دو حالت در دسترس خواهد بود:

به وسیله محاسبه تابع شایستگی در رابطه (۴) برای همه فرکانسها وسپس متوسط گیری از نتایج.

به وسیله استفاده از بدترین حالت نرخ بهره واقعی به بهره مورد نظر و بدترین حالت نرخ VSWR مورد نیاز به VSWR واقعی.

در این مقاله از الگوریتم ژنتیک پایدار استفاده شده است. در حالت الگوریتم ژنتیک پایدار یک بخش از بهترین افراد بعنوان نسل بعدی قرار می‌گیرند. در حالت مانا نشان داده است که همگرایی سریعتری در بسیاری از کاربردها صورت می‌گیرد [۱۱].

1. Fitness/Costing



شکل ۳: نمایی از آنتن یاگی ۵ عنصره.

جدول ۱: نتایج بهینه‌سازی آنتن یاگی با الگوریتم ژنتیک مانا

	Gain (dBi) ۳۰۰MHz	VSWR MHz ۳۰۰	Gain٪ BW	BVSWR٪ W
مرجع [۵]	۱۰/۴۸	۱/۰۲۴۷	۱۴/۰	۱/۳
بهینه سازی طول‌ها	۱۱/۱۴	۱/۰۰۷۸	۱۷/۸	۲/۷
بهینه سازی طول‌ها و فواصل (GA)	۱۰/۶۳	۱/۰۰۲	۱۸/۹	۵/۹

بلوک دیاگرام شکل ۲ شمایی از روش تحلیل و بهینه‌سازی را نشان می‌دهد.

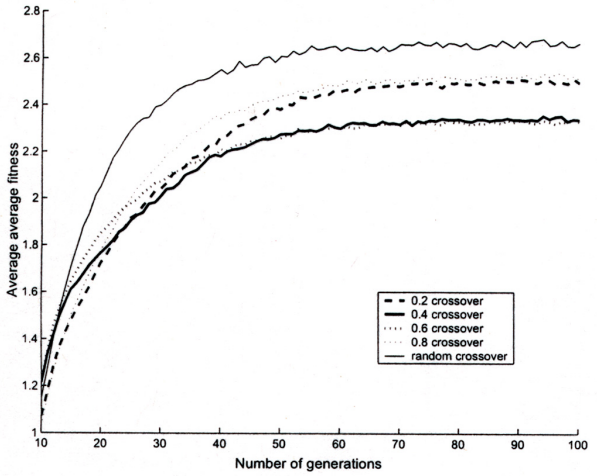
٤- نتایج شبیه‌سازی با الگوریتم ژنتیک

برای تحلیل و بهینه‌سازی از نرم افزار Super Nec به علت سرعت اجرای بالای آن استفاده شده است. یاگی مورد نظر اولیه از یک دوقطبی تا شده با فاصله ۰/۵ متر به عنوان تغذیه و عناصر با فواصل ۰/۲ متر و شعاع ۰/۰۱ متر تشکیل شده است (شکل ۳). هدف از بهینه‌سازی بدست آوردن طول عناصر به منظور افزایش بهره و کاهش VSWR در فرکانس۳۰۰ مگاهرتز بوده است. در این حالت بهره مورد نظر اولیه ۱۰ dBi و VSWR مورد نظر ۱/۲ با مقاومت ۷۵ اهم در نظر گرفته شده است.

در این بخش بهینه‌سازی یک آنتن یاگی ۵ عنصری معرفی شده است. در ضمن روش کلاسیک هم برای طرح ارایه شده است. بهینه‌سازی بر روی فاصله‌های عناصر آنتن باگی و در مرحله بعد هم فاصله‌ها و هم ابعاد عناصر صورت پذیرفته است. برای بهینه‌سازی‌های آنتن یاگی، ۸۰ کرموزوم و ۱۰۰ نسل استفاده شده و هر کدام از عناصر یاگی و فواصل را ۶ بیتی کد کرده‌ایم. یاگی‌ها همه دارای عناصر با شعاعی برابر ۰/۰۰۱ طول موج(طول موج یک متر می‌باشد) و دوقطبی‌های تا شده بعنوان تغذیه می‌باشند. برای تحلیل از نرم افزار Super Nec استفاده شده است. برای بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک مانا جهت همگرایی سریعتر و از طرح ترکیب تناسب در استفاده جفت[2] با احتمال تقاطع ۰/۷ به صورت تک نقطه ای و احتمال جهش ژنی ۰/۱ استفاده شده و تعریف نسبت پهنای‌باند در این بخش به صورت زیر است

2 Adjacent-Fitness-Pairing (AFP)

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴: گونه‌های مختلف تقاطع برای ۳۰ مورد بهینه‌سازی با کاربرد ۸۰ کرموزوم و با احتمال جهش ۰/۱۵ و روش حذف جمعیت و طرح جفت‌سازی (AFP).

$$\%gain \cdot BW = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100 \qquad (۵)$$

که در آن f_c مساوی فرکانس طراحی و f_u و f_l یعنی بالاترین و پایینترین فرکانس‌ها که gbw برابر ۳ dB پایین تر از f_c می‌باشد. جدول شماره ۱ نتایج بهینه‌سازی در زمینه آنتن یاگی را بصورت خلاصه شده ارایه می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد آنتن بهینه شده بهتر از طرح مرجع [۱۰] عمل نموده است.

در این بخش برای مقایسه حالتهای مختلف در میزان احتمال تقاطع و جهش ژنی ۳۰ آزمایش بهینه‌سازی با ۱۰۰ نسل تکرار بر روی یک آنتن یاگی ۵ عنصره انجام شده است و میانگین تابع شایستگی (۴) به عنوان معیار در نظر گرفته شده است. یاگی مورد نظر از دوقطبی تا شده با فاصله ۰/۵ متر به عنوان تغذیه و عناصر با فواصل ۰/۲ متر و شعاع ۰/۰۱ متر تشکیل شده است. هدف از بهینه‌سازی بدست آوردن طول عناصر به منظور افزایش بهره و کاهش VSWR در فرکانس ۳۰۰ مگاهرتز بوده است. در این حالت بهره مورد نظر اولیه ۱۰ dBi و VSWR مورد نظر ۱/۲ با مقاومت ۷۵ اهم در نظر گرفته شده است.

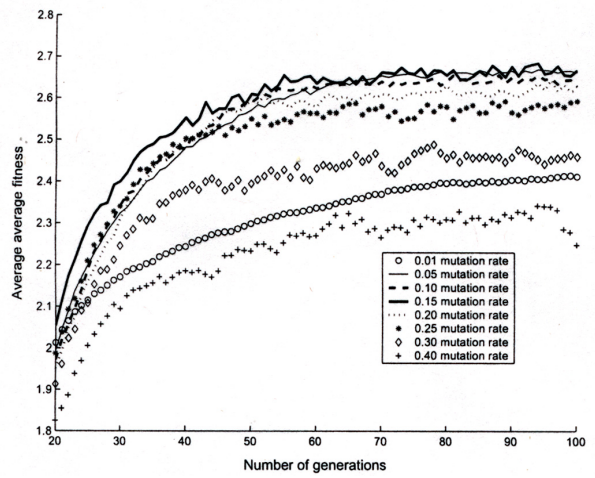
نتایج ارائه شده در شکل‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که تقاطع تصادفی و همچنین میزان احتمال جهش ژنی بین ۲۵٪- ۵٪ انتخاب بهینه می‌باشد.

۵- الگوریتم ژنتیک با استفاده از روش فرایند تدریجی سرد شدن فلزات

این روش برای حالتهایی که بهینه‌سازی یک هدف با چندین محدودیت متفاوت مد نظر باشد مناسب است. در این روش اگر بخواهیم تابع غیر منفی g را حداکثر کنیم در این صورت تابع شایستگی به صورت زیر تعریف می‌شود

$$fom = \alpha(N,T)g(x) \qquad (۶)$$

در این معادله α ضریب تضعیف و N بیانگر میزان نقض محدودیت‌ها است و T به عنوان درجه حرارت می‌باشد. چنانچه عضوی از جمعیت محدودیتی را نقض نکند مقدار N آن عضو صفر است. $T > 0$ تابعی از نرخ پیشرفت الگوریتم ژنتیک بوده و با اجرای الگوریتم مقدار آن کاهش یافته و به صفر میل می‌کند. در بهینه‌سازی آنتن این متغیرها به صورت زیر تعریف شده‌اند [۱۲] و [۱۳]



شکل ۵: چند گونه احتمال جهش برای ۳۰ مورد بهینه‌سازی با کاربرد ۸۰ کرموزوم و روش حذف جمعیت و طرح جفت‌سازی (AFP) و تقاطع اتفاقی.

$$\alpha(N,T) = e^{\frac{-N}{T}}$$

$$g = Gain \qquad \Rightarrow \text{fom} = \text{Gain}.\ e^{\frac{-(|R_{in}-Z_o|+|X_{in}|)}{T}} \qquad (۷)$$

$$N = |R_{in} - Z_o| + |X_{in}|$$

T در ابتدای کار زیاد بوده و بنابراین $\alpha \approx 1$ می‌باشد. در این حالت مقدار بهره در عملیات بهینه‌سازی اولویت خواهد داشت. با پیشرفت برنامه و کاهش درجه حرارت تأثیر مقدار نقض محدودیتها در تابع شایستگی بیشتر شده و جمعیت به سمت بهبود امپدانس ورودی سوق داده می‌شود. درجه حرارت در هر بار تکرار الگوریتم ژنتیک توسط یکی از توابع سرد کننده و مطابق با روابط زیر تعیین می‌شود

$$T = \frac{T_.}{t}$$

$$T = \frac{T_.}{\sqrt{t}} \qquad (۸)$$

$$T = \frac{T_.}{\log(t)}$$

که در آن t تعداد نسل‌ها و $T_.$ دمای اولیه می‌باشد. برای تعیین درجه حرارت اولیه $T_.$ ابتدا تعدادی از اعضا جمعیت را به صورت تصادفی انتخاب کرده و میزان میانگین نقض محدودیت‌ها را به عنوان درجه حرارت اولیه انتخاب می‌کنیم. درجه حرارت نهایی را نیز در حدود یک صدم این مقدار در نظر می‌گیریم. لازم به ذکر است که این الگوریتم تا رسیدن به درجه حرارت نهایی به تکرارهای بیشتری نسبت به الگوریتم ژنتیک نیاز دارد و از این رو زمان زیادی برای اجرای آن مورد نیاز است.

۶- الگوریتم ژنتیک مبتنی بر تصمیم گیری فازی

نظریه سیستم‌های فازی بوسیله لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ معرفی گردید [۱۵] و امروزه به طور وسیعی در طراحی کنترل کننده، پردازش سیگنال، پردازش تصویر، شناسایی الگو، مخابرات، بهینه‌سازی و برنامه ریزی ریاضی از آن استفاده می‌گردد. کاربردهای کنترلی سیستم‌های فازی به طور چشمگیری در صنعت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بطور کلی یک سیستم کنترل فازی شامل چهار جز اصلی است: بخش فازی‌گر، پایگاه قواعد، بخش استنباط فازی (ایجاد منطق) و رابط فازی‌زدا.

Archive of SID

www.SID.ir

٦-١- روش سازماندهی GA-FIS

در اینجا سیستم تصمیم‌گیری فازی برای کنترل پارامترهای GA استفاده می‌شود. موارد زیر در سیستم استنتاج فازی[1] (FIS) برای کنترل پارامترهای GA باید مد نظر قرار گیرند.

داده‌های ورودی: مقادیر ورودی ارقام مجردی دارند. این ورودیها از ویژگیهای GA ویژه‌ای بدست می‌آید.

مدل FIS با خروجی حقیقی: سیستم‌های تصمیم گیری فازی ساختار محاسبه‌ای ویژه‌ای بر مبنای نظریه مجموعهٔ فازی و قوانین اگر و آنگاه و فازی‌گر و فازی‌زدا هستند. خروجی‌ها توسط فازی زدایی بدست می‌آیند. سیستم تصمیم گیری فازی یک طرح غیر خطی از فضای ورودی به فضای خروجی انجام می‌دهد. الگوریتم ژنتیک با جمعیتی از ساختارهای رشته‌ای که به صورت تصادفی ایجاد شده‌اند آغاز می‌گردد. از آن پس، اندازه مناسب هر رشته در جمعیت ارزیابی می‌شود. سه فرایند اصلی، بنام تولید مثل، تقاطع و جهش، جمعیت را دوباره شکل می‌دهند. بسته به اندازه مناسب تابع شایستگی برای هر داوطلب این مسئله تا زمانی ادامه می‌یابد که معیار خاتمه به دست آید.

الگوریتم ژنتیک با سیستم تصمیم گیری فازی در حقیقت تنظیم تطبیقی پارامترهای الگوریتم ژنتیک یعنی خروجی سیستم فازی بر مبنای ورودی‌های سیستم فازی می‌باشد. در FA استراتژی تعیین میزان جمعیت و تقاطع و جهش ژنی در طول مسیر GA می‌باشد

سیستم تصمیم گیری فازی ابزار اساسی مدل سازی بر مبنای تئوری مجموعه های فازی می‌باشد. FIS فازی توسط شخص خبره ساخته می‌شود و برای کنترل اتوماتیک پارامترهای *GA* استفاده می‌شود [۱۴].

در این مقاله جعبه ابزار منطق فازی MATLAB را برای توسعه FIS استفاده کرده‌ایم. در ادامه توصیف کوتاهی از FIS آورده شده است.

ورودی: ویژگیهای GA (جمعیت P) که بنوبه خود از روی میانگین عدد شایستگی و با استفاده از یک سیستم فازی تعیین می‌شود.

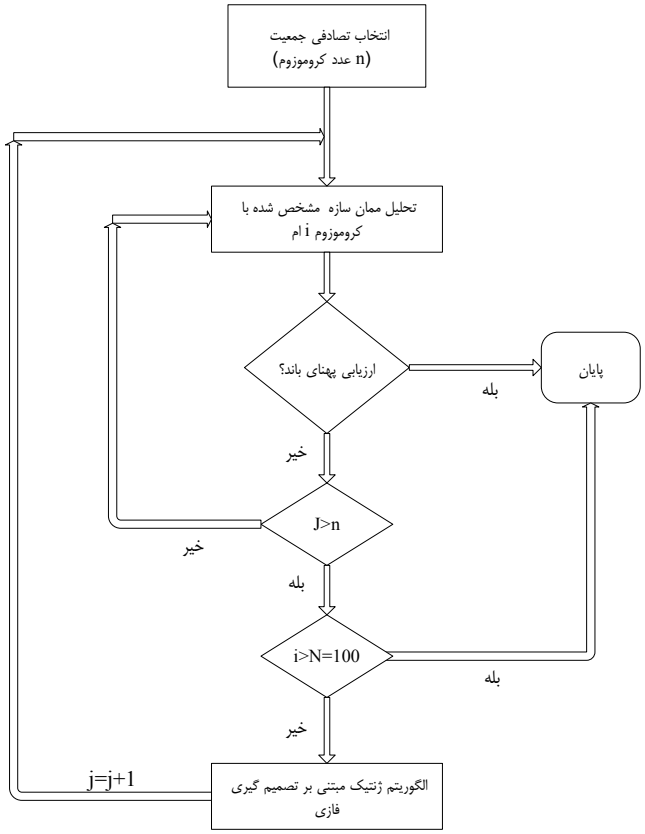
مدلهای فازی: در این حالت از دو مدل Sugeno و Mamdani می‌توان استفاده کرد و سیستم تصمیم گیری فازی مورد استفاده مدل Mamdani با استفاده از حداقل و حداکثر [۱۵] است.

خروجی: مقادیر حقیقی برای کنترل پارامترهای GA (باید از فازی زدا استفاده کرد تا مجموعهٔ فازی به مقادیر حقیقی تبدیل گردند). برای فازی‌زدایی از فازی‌زدای میانگین مرکز استفاده شده است.

در اینجا برای بهینه‌سازی آنتن از توابع عضویت گوسی برای پارامترهای تعداد کرموزوم‌ها و P_c (احتمال تقاطع) و P_m (احتمال جهش ژنی) استفاده شده است. شکل ۶ نمودار جریان الگوریتم بهینه‌سازی را نشان می‌دهد. اندازه جمعیت اولیه ۸۰ نفر و حداکثر تا نسل ۱۰۰ ارزیابی انجام شده است. ژنها به صورت باینری کد شده‌اند.

در بهینه‌سازی برای هر متغیر با توجه به محدوده تغییرات و دقت مورد نظر ۶ بیت در نظر گرفته شده است. همچنین در برنامه بهینه‌سازی از نوعی الگوریتم ژنتیک مانا استفاده شده که جمعیت آن در هر مرحله توسط سیستم فازی تعیین می‌شود، یعنی در هر مرحله تعداد اعضای جمعیت تغییر کرده است و از تقاطع سه نقطه‌ای نیز استفاده شده است.

1. Fuzzy Inference System



شکل ۶: منحنی جریان الگوریتم بهینه‌سازی.

۷- بهینه‌سازی به روش گروه ذرات

این روش مانند الگوریتم ژنتیک و فرایند سرد شدن تدریجی فلزات می‌باشد. در این روش جمعیت ذرات اولیه به صورت تصادفی تعیین و موقعیت و سرعت هر ذره برای بهبود تابع شایستگی مدل می‌شود. در حقیقت این روش مدلی از یک فعالیت اجتماعی بهینه در جامعه برخی جانداران نظیر ماهی‌ها و برخی پرندگان می‌باشد [۷] تا [۹].

در لحظه شروع بهینه‌سازی هر کدام از موقعیتها یک جواب برای مسئله بوده و به صورت ماتریس (۹) نشان داده می‌شود.

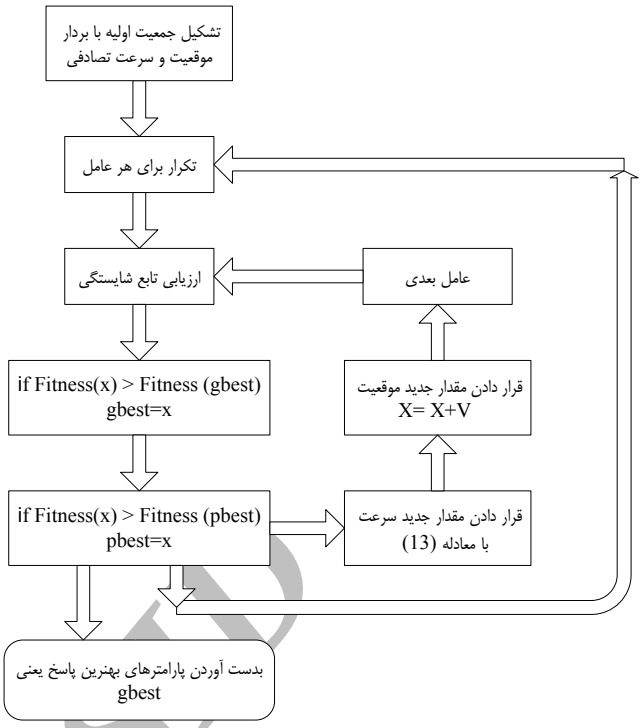
$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} \cdots & x_{2N} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{M1} & x_{M2} \cdots & x_{MN} \end{bmatrix} \qquad (۹)$$

M تعداد ذره‌ها و N ابعاد مسئله است. هر ذره دارای سرعت جمع شده‌ای استکه تابعی از فاصله بین موقعیت فعلی تا جایی است که به مقدار شایستگی خود برسد. ماتریس سرعت هم اندازه ماتریس موقعیت بوده و به صورت زیر تعریف می‌گردد

$$\mathrm{V} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} \cdots & v_{1N} \\ v_{21} & v_{22} \cdots & v_{2N} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{M1} & v_{M2} \cdots & v_{MN} \end{bmatrix} \qquad (۱۰)$$

برای تازه کردن ماتریس سرعت $\mathbf{V}$ برای هردوره تکرار الگوریتم هر ذره باید بهترین عنصر از ماتریس موقعیت عمومی $\mathbf{G}$ و انفرادی $\mathbf{P}$ را بداند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۷: بهینه‌سازی به روش گروه ذرات.

بردار بهترین موقعیت عمومی، $gbest$، محلی را در فضای حل مسئله که بهترین مقدار شایستگی را نتیجه می‌دهد مشخص می‌کند. این موقعیت خاص ممکن است توسط هرکدام از ذره‌ها در هر کدام از تکرارهای آن ذره بدست آید. به طور مشابه، بردار بهترین موقعیت فردی، $pbest$، محلی را که در آن هرذره به بهترین مقدار شایستگی خود در جریان تکرارها برسد، تعیین می‌کند. بنابراین، همه ذرات گروه دارای بردار بهترین موقعیت عمومی یکسان و بردار بهترین موقعیت فردی متفاوت هستند. بردارهای بهترین موقعیت فردی را می‌توان با ماتریس $M\times N$ زیر تعریف کرد:

$$\mathbf{P}=\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12}\cdots p_{1N} \\ p_{21} & p_{22}\cdots p_{2N} \\ \vdots & \vdots \\ p_{M1} & p_{M2}\cdots p_{MN} \end{bmatrix} \qquad (11)$$

از طرفی بردار بهترین موقعیت عمومی به صورت زیر است

$$\mathbf{G}=[\,g_1\;\; g_2\cdots\; g_N\,] \qquad (12)$$

با استفاده از این ماتریس‌ها اطلاعات مورد نیاز برای الگوریتم گروه ذرات بدست می‌آید. قلب این الگوریتم، در آن است که پردازش با کدام ماتریس متناوباً تازه سازی شود. الگوریتم در جهت حصول به بهترین موقعیت عمومی و بهترین موقعیت فردی هر جزء به سمت موقعیتی که نیاز دارد حرکت می‌کند. برای حصول به این هدف، ماتریس شدت ذره‌ها باید انتخاب شود. ماتریس شدت در هر دوره باید تازه سازی شود

$$v_{mn}=v_{mn}+c_1\eta_1(p_{mn}-x_{mn})+c_2\eta_2(g_n-x_{mn}) \qquad (13)$$

η_1,η_2 متغیرهای تصادفی هستند که بین صفر تا یک تغییر می‌کنند. برای هر بعد ذره‌ها در جهت با ماتریس سرعت طبق رابطه زیر حرکت می‌کنند، تعریف می‌شود

$$\mathbf{X}=\mathbf{X}+\mathbf{V} \qquad (14)$$

جدول ۲: مقایسه چهار روش بهینه‌سازی برای آنتن یاگی

زمان اجرا	VSWR	گین dBi	
۷۲۶ دقیقه	۱/۰۰۲	۱۰/۶۳	الگوریتم ژنتیک مانا
	٪۵/۹	٪۱۸/۹	
۸۳۷ دقیقه	۱/۰۹۱	۱۰/۹۳	الگوریتم ژنتیک با الهام از روش فرایند تدریجی سرد شدن فلزات
	٪۴/۷	٪۱۹/۵	
۶۱۸ دقیقه	۱/۰۰۱۲	۱۱/۰۲	الگوریتم ژنتیک مبتنی بر تصمیم گیری فازی
	٪۶/۱	٪۱۹/۲	
۶۲۸ دقیقه	۱/۰۰۹	۱۱/۱	روش گروه ذرات
	٪۵/۷	٪۱۹/۴	

در این مقاله از گروه ذرات دارای ۳۰ غضو استفاده شده است. c_1 و c_2 وزن ارتباطی بین بهترین موقعیت عمومی در مقابل بهترین موقعیت فردی را تعریف می‌کند. برای c_1 و c_2 مقدار ۰/۲۵ انتخاب شده است. کاهش خطی سرعت بین ۰/۹ تا ۰/۴ است. بلوک دیاگرام شکل ۷ نمایی از این روش بهینه‌سازی را نشان می‌دهد.

۸- مقایسه روشهای بهینه‌سازی مطرح شده

در این قسمت شبیه‌سازی و بهینه‌سازی به منظور افزایش بهره و کاهش VSWR انجام شده است. نتایج مقایسه حاکی از برتری الگوریتم ژنتیک با سیستم تصمیم گیری فازی می‌باشد. بهینه‌سازی بر روی اندازه عناصر آنتن یاگی و فواصل صورت پذیرفته است.

نتایج این مقایسه در جدول ۲ برای آنتن یاگی ۵ عنصره آورده شده است. در روش الگوریتم ژنتیک با الهام از فرایند سرد شدن تدریجی فلزات از فرمول $T=T_0/t$ برای تعیین دما استفاده شده است. دمای اولیه ۵۰۰۰ و تعداد نسل‌ها نیز ۱۱۰ می‌باشد.

برای شبیه سازی از یک رایانه مدل پنتیوم چهار ۲/۳ گیگاهرتز با ۲ گیگا بایت RAM استفاده شده است.

۹- نتیجه‌گیری

در این مقاله چهار روش بهینه‌سازی در مورد بهینه‌سازی یک آنتن یاگی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. این چهار عبارتند از روش الگوریتم ژنتیک مانا و یک نوع الگوریتم ژنتیک با تابع شایستگی تطبیقی و با الهام از روش فرایند سرد شدن تدریجی فلزات و همچنین استفاده از سیستم فازی در هدایت الگوریتم ژنتیک و روش گروه ذرات. نتایج شبیه ساز برتری روش مبتنی بر تصمیم گیری فازی و گروه ذرات را در نتایج و زمان اجرا نشان می‌دهند.

سپاسگزاری

همزمان با ارسال این مقاله مؤلفین در فقدان از دست دادن دکتر برکشلی داغدار گشتند.

دکتر برکشلی محققی برجسته، معلمی فداکار و دلسوز و در یک جمله نمونه ای از یک انسان کامل در بعد علمی و اخلاقی بود.

روح پاکش غریق رحمت الهی باد.

این اثر تقدیم می‌گردد به انسانی که هیچگاه خستگی در او راه نیافت.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

[1] Y. Rahmat-Samii and E. Michielssen, *Electromagnetic optimization by genetic algorithms*, New York: John Wiley & Sons, 1999.

[2] E. A. Jones and W. T. Joines, "Design of Yagi-Uda antennas using genetic algorithm," *IEEE Trans. Antennas Prop.*, vol. 45, no. 9, pp. 1386-1392, Sep. 1997.

[3] D. Correia, A. J. M. Soares, and M. A. B. Terada, "Optimization of gain impedance and bandwidth in Yagi-uda antemnas using genetie algorithm," in *Proc SBMO/IEEE MIT-S IMOC'99 int.*, vol. 1, pp. 41-44, Aug. 1999.

[4] B. A. Austin and Wen-Chung Liu, "An optimized shaped yagi-uda array using the genetic algorithm," in *Proc. IEE National Conf. on Antennas and Propagation*, pp. 245-248, no. 461, Mar.-Apr. 1999.

[5] H. J. Wang, K. F. Man, C. H. Chan, and K. M. Luk, "Optimization of Yagi array by hierarchical genetic algorithms",in *Proc Radio & Wireless Conf. RAWCON'03,* pp.91-94, Aug. 2003.

[6] Y. Kuwaha, "Multiobjective optimization design of Yagi–Uda Antenna," *IEEE Trans. Antennas Prop.*, vol. 53, no. 6, pp. 1984-1992, Jun. 2005.

[7] D. Gies and Y. Rahmat-Samii, "Particle swarm optimization for reconfigurable phase differentiated array design," *Microwave and Optiucal Technology Letters*, vol. 38, no. 3, pp. 168-175, Aug. 2003.

[8] M. Clerc and J. Kennedy, "The particle swarm: explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space," *IEEE Trans Evolutionary Computation*, vol. 6, no. 1, pp. 58-73, Feb. 2002.

[9] J. Robinson and Y. Rahmat-Samii, "Particle swarm optimization in electromagnetics," *IEEE Trans. Antennas Prop.* vol. 52, no. 2, pp. 397-407, Feb. 2004.

[10] J. L. Lawson and Yagi Antenna Design, *American Radio league*, US: New York, 1986.

[11] E. A. Jones, *Genetic Design of Antennas and Electronic Circuits*, Ph.D. Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Duke University, 1999.

[۱۲] مهدی شیرازی، "بهینه‌سازی و ساخت آنتن یاگی با استفاده از الگوریتم ژنتیک،" پایان‌نامه کارشناسی ارشد مخابرات، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۹.

[13] L. Davis and D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*, Pitman Publishing, London, 1990.

[14] A. A. Lotfi Neyestanak, F. Hojjat Kashani, and K. Barkeshli, "E-shaped patch antenna design based on genetic algorithm using decision fuzzy rules", *Iranian Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 18-24, Winter-Spring 2005.

[15] *Fuzzy Toolbox of MATLAB 7*, 2004, http://www.mathworks.com/.

عباسعلی لطفی نیستانک متولد ۱۳۵۰ در تهران بوده و تحصیلات خود را در مقاطع کارشناسی مخابرات و کارشناسی ارشد الکترونیک بترتیب در سالهای ۱۳۷۲ و ۱۳۷۶ و دکتری مخابرات را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه علم و صنعت ایران به پایان رسانده است. نامبرده در سالهای ۱۳۷۴ الی ۱۳۷۷ به عنوان مهندس فنی در طراحی شبکه در صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران مشغول بکار بوده است. ایشان در چند سال اخیر در دانشگاه های آزاد اسلامی، علم و صنعت و شاهد و پژوهشکده برق جهاد دانشگاهی به تدریس و تحقیق اشتغال داشته است. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان عبارتند از: مدارهای فعال و غیر فعال مایکروویو، آنتن‌های مایکرواستریپ، الگوریتم‌های بهینه سازی، طراحی شبکه های رادیویی و طراحی مدارهای الکترونیکی. دکتر لطفی تا کنون بیش از ۲۰ مقاله در مجلات و همایش های معتبر داخلی و خارجی منتشر کرده است.

فرخ حجت کاشانی تحصیلات خود را در مقطع دکتری در رشته مهندسی برق با گرایش الکترومغناطیس در سال ۱۳۴۹ در دانشگاه کالیفرنیا در لوس آنجلس به پایان رسانده است. نامبرده در سالهای ۱۳۴۹ الی ۱۳۵۰ در دانشگاه‌های تهران و دانشکده مخابرات به عنوان استادیار مشغول به تدریس پوده است. از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۵۵ به عنوان استادیار و رئیس دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت مشغول به کار بوده و از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۶ برای فرصت مطالعاتی به شرکت هیوز در کالیفرنیای آمریکا عزیمت نموده است. همچنین از ۱۳۶۶ تا ۱۳۶۷ نیز در دانشکده برق و مخابرات دانشگاه نیوساوت ولز در سیدنی استرالیا مشغول به تحقیق و تدریس بوده است.

ایشان هم اکنون به عنوان استاد دانشکده مهندسی برق دانشگاه علم و صنعت ایران مشغول به کار می باشند. در اردیبهشت سال ۱۳۸۱ ایشان به عنوان استاد نمونه در ایران قدردانی شده و به تازگی به عنوان چهره ماندگار در کشور شناخته شده‌اند. از ایشان تاکنون بیش ار ۵۰ مقاله به زبانهای فارسی و انگلیسی و ده کتاب به زبان فارسی منتشر گردیده است.

کسری برکشلی متولد ۱۳۴۰ در تهران بوده و تحصیلات خود را در مقطع دکتری مهندسی برق از دانشگاه میشیگان در آمریکا به پایان رسانده است.

ایشان دانشیار دانشکده برق دانشگاه صنعتی شریف و در سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸ به عنوان رئیس دانشکده مهندسی برق آن دانشگاه و بعد از آن تا سال ۱۳۸۳ به عنوان معاونت دانشجویی دانشگاه صنعتی شریف مشغول به کار بوده‌اند. ایشان عضو ارشد IEEE بوده و تعداد زیادی مقاله در مجلات و همایش‌های داخلی و خارجی منتشر کرده‌اند.

دکتر برکشلی در سال ۱۳۸۴ دار فانی را وداع گفت و جامعه دانشگاهی کشور را در ماتم این ضایعه سوزناک داغدار نمود. روحش شاد و غریق رحمت الهی باد.

Archive of SID

www.SID.ir