بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک

عنوان پایان نامه

مدل سازی رفتاری ادوات مایکروویو با استفاده از شبکه های عصبی

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا کریمی

استاد مشاور :

دکتر سید وهاب الدین مکی

نگارش :

صفدر سلیمانی

شهریور ۱۳۹۱

با تقدیر و تشکر از استاد عزیزم

دکتر غلامرضا کریمی

و دکتر سید وهاب الدین مکی

که مرا در تهیه این پایان نامه یاری نمودند

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزو

همسر فداکارم که همواره مشوق من بوده اند

چکیده

شبیه سازی و مدلسازی از ابتدای تولد مدارات الکترومغناطیسی امری الزامی شد.در ابتدا شبیه سازی با ایجاد مدار واعمال سیگنال به ورودی ومشاهده خروجی انجام می شد وبالطبع کاری پرهزینه ودشوار بود.اما باتولد کامپیوتر ایده مدلسازی رنگ دیگری به خود گرفت و با میکروپروسسوری شدن مدارات امکان اجرای مدار شبیه سازی شده وجایگزین کردن آن با مدارات آنالوگ بدست آمد.در فرکانسهای بالا کیفیت و سرعت مدارات رنگ دیگری به خود می گیرد.چرا که پدیده های خاص خود را در بر دارد.بنا براین مدلسازی کامپیوتری این مدارات محتاج روشهای خاص خود می باشد.ایده ای که جهت وصول این امر قابل اجرا است استفاده از شبکه های عصبی می باشد.با استفاده از جایگزین کردن مدارات مایکروویو با الگوهای بدست آمده از شبکه های عصبی می توان رفتار غیر خطی این ادوات را پیش بینی وشبیه سازی کرد وسرعت اینکار را بالا برد. در این پایان نامه چند عنصر مایکروویو شبیه سازی گردیده است.سلف خطی,تقویت کننده فرکانس بالا استاب شعاعی(radial stub),سلف حلزونی(spiral inductor) ودر آخر گیرنده OFDM . خاصیت این مدلسازی امکان جایگزین کردن بلوک مربوطه با عنصر اصلی در مدارات مایکروویو می باشد. مدل گیرنده OFDMامکان آموزش مدارفرستنده و شبیه سازی پدیده چند مسیری که در نرم افزارهای معمولی قابل مدلسازی نمی باشد را می دهد.مدار حاصل از این مدلسازی می تواند در مدارات دیجیتالی جایگزین مدارات پیشین گردد که دقت بیشتری دارد.

کلید واژگان:شبکه های عصبی(Neural Network), مدولاتور OFDM, الگوریتمهای یادگیری

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول :مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۱-۱ مدلسازی کامپیوتری ۲

۱ -۱-۲- پیاده سازی مداری این مدلسازی ۳

۱-۲-مدلسازی ادوات مایکروویو ۴

فصل دوم:شبکه های عصبی

۲-۱ – اساس وپایه شبکه های عصبی ۶

۲-۲-یک نرون ۶

۲-۳-شبکه های عصبی چند لایه ۱۱

۲-۴-مدلسازی در SIMULINK(MATLAB) ۱۹

۲-۵-مدلسازی در ADS(Advanced Design System) ۲۲

فصل سوم: مدولاتور OFDM

۳-۱-مقدمه ۲۸

۳-۲-معرفی ۲۸

۳-۳-مشخصه انتشار کانالهای رادیو سیار ۳۳

۳-۳-۱-تضعیف ۳۳

۳-۴-اثر چند مسیره ۳۴

۳-۴-۱-اختلال Rayleigh ۳۴

۳-۴-۲-افت انتخابی ۳۴

۳-۵- اصول OFDM ۳۵

۳-۵-۱-ساختار کلی ۳۵

۳-۵-۲-فلسفه متعا مدبودن و نحوه ایجاد این تعامد ۳۵
۳-۵-۳-نحوه اجرای OFDM ۳۸

فصل چهارم :نتایج مدلسازی

۴-۱- یک شبیه سازی ساده ۴۲
۴-۲-سلف خطی ۴۶
۴-۳-radial stub ۵۵
۴-۴-spiral inductor ۵۸
۴-۵-power amplifier ۶۳
۴-۶-مدلسازی OFDM ۶۵

فصل پنجم-نتیجه گیری

نتیجه گیری ۷۷
پیشنهادات ۷۸

شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱-یک نرون شبکه عصبی ۷

شکل ۲-۲-انواع توابع تحریک ۷

شکل۲-۳-یک پرسپترون ۹

شکل ۲-۴-یک شبکه عصبی پویا ۱۰

شکل۲-۵-ساختار یک پرسپترون سه لایه شامل یک لایه ورودی یک لایه پنهان ویک لایه خروجی ... ۱۱

شکل۲-۶-پردازش در لایه پنهان ۱۲

شکل۲-۷-نحوه استفاده از دستورgensim ۲۰

شکل۲-۸-بلوک ایجاد شده توسط شبکه عصبی ۲۰

شکل۲-۹-خروجی ناشی از بلوک ۲۱

شکل۲-۱۰-تابع تحریک استفاده شده ۲۳

شکل۲-۱۱-نحوه تولید اوزان و بایاسها ۲۴

شکل ۲-۱۲-وزن ها وبایاسهای شبکه عصبی ۲۵

شکل ۲-۱۳-دیاگرام راه حل پارامترهای y ۲۵

شکل۲-۱۴-نحوه اعمال وزنها وبایاسهای بدست آمده از شبکه عصبی ۲۶

شکل ۳-۱-طیف زیرکانالها (سمت چپ)وطیف کل سیگنال(سمت راست) ۳۲

شکل ۳-۲-نحوه تعامد ۳۶

شکل۳-۳-روش عادی ایجاد تعامد ۳۶

شکل۳-۴-دیاگرام مراحل ارسال ودریافت با استفاده از OFDM ۳۸

شکل ۳-۵-دیاگرام دیگری از OFDM ۳۹

شکل۳-۶-پدیده چند مسیرگی ۳۹

شکل۳-۷-پدیده چند مسیرگی از دید سیگنال ۴۰

شکل ۳-۸- اضافه کردن cyclic prefix ۴۰
شکل ۳-۹-پدیده، چند مسیرگی از دید سیگنال ۴۰
شکل ۴-۱-بلوک ایجاد شده توسط شبکه عصبی ۴۳
شکل ۴-۲-مدار پیاده سازی شده شبکه عصبی ۴۴
شکل ۴-۳-دو خروجی فیلتر ۴۴
شکل ۴-۴- subsystemشدن مدار ۴۵
شکل ۴-۵-یک شبکه پویا ۴۶
شکل ۴-۶-m-fileمربوطه به شبکه عصبی بالا که در آن از دستور gensimجهت ایجاد بلوک..... ۴۶
شکل ۴-۷-صفحه وباکس ایجاد شده در پایان عمل شبیه سازی شبکه عصبی ۴۷
شکل ۴-۸-استفاده از منبع ولتاژ سینوسی واسکوپ ۴۸
شکل ۴-۹-یک مدار Lو R ۴۹
شکل ۴-۱۰-یک عنصر تاخیر ۴۹
شکل ۴-۱۱-اتصال سلف خطی به یک مقاومت اهمی ۵۰
شکل ۴-۱۲-شکل موج خروجی مدار سلف و مقاومت ۵۰
شکل ۴-۱۳-بکار بردن سلف شبیه سازی شده در یک مدار مایکروویو ۵۱
شکل ۴-۱۴-مدار بدون شبکه عصبی ۵۱
شکل ۴-۱۵-شکل های مربوط به هر کدام از مدارات مایکروویو ۵۲
شکل ۴-۱۶-زمان سپری شده برای مدلسازی ADS ۵۲
شکل۴-۱۷-زمان صرف شده برای مدلسازی شبکه عصبی ۵۳
شکل ۴-۱۸-یک مدار شامل سلف ۵۴
شکل ۴-۱۹-خروجی مدار شامل سلف شبیه سازی شده ۵۴
شکل ۴-۲۰-خروجی مدار شامل سلف ۵۵
شکل۴-۲۱-نمای یک radial stub ۵۶

شکل ۴-۲۲-نحوه تقسیم radial stubبه چندstraight stubجهت بدست آوردن داده های آموزشی ... ۵۷
شکل ۴-۲۳ -نحوه آموزش مدار ۵۷
شکل ۴-۲۴-مدلسازی مدار space mapping ۵۸
شکل ۴-۲۵-بلوک عمومی استفاده از پارامترهای y ۵۹
شکل ۴-۲۶-نحوه مدلسازی spiral inductor ۶۰
شکل ۴-۲۷-layoutمربوط به قطعه spiral inductorجهت تولید پارامترهای s ۶۱
شکل ۴-۲۸-پارامترهای sبدست آمده از مدار ADS ۶۱
شکل ۴-۲۹-مدار مربوط به تقویت کننده قدرت غیر خطی ۶۳
شکل ۴-۳۰-نمایی از شبکه عصبی recurrentاستفاده شده برای مدار تقویت کننده ۶۴
شکل ۴-۳۱-خروجی مدار که جهت آموزش شبکه عصبی استفاده می شود..... ۶۴
شکل ۴-۳۲-خروجی مدار مدلسازی شده ۶۵
شکل ۴-۳۳-شماتیک فرستنده و گیرنده OFDM ۶۶
شکل ۴-۳۴-شماتیک OFDMبا استفاده از شبکه عصبی ۶۷
شکل ۴-۳۵-شبکه عصبی مربوط به گیرنده OFDM ۶۸
شکل ۴-۳۶-نحوه استفاده از شبکه عصبی در گیرندهOFDM ۶۸
شکل ۴-۳۷-وزنها وبایاسهای تولید شده توسط شبکه عصبی ۷۰
شکل ۴-۳۸-دیاگرام مدولاتور ودمدولاتورOFDM ۷۱
شکل ۴-۳۹-سلسله بیت های ورودی به مدولاتورOFDM ۷۲
شکل ۴-۴۰- خروجی دمدولاتور OFDMبااستفاده از شبکه عصبی ۷۳
شکل ۴-۴۱-مربع خطای متوسط ۷۳
شکل ۴-۴۲-پارامترهای شبکه عصبی ۷۴
شکل ۴-۴۳-رگرسیون شبکه عصبی ۷۵

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

مدلسازی ادوات مایکروویو از دوجنبه قابل عرض می باشد:۱- مدلسازی کامپیوتری ۲ -پیاده سازی مداری این مدلسازی

۱-۱-۱- مدلسازی کامپیوتری

تکنیکهای مدلسازی و طراحی کامپیوتری(CAD) برای طراحی مایکروویو ضروری می باشد.در چند دهه اخیرپیشرفتهای بزرگ در طراحی کامپیوتری مدارات مایکروویو منجر به ایجاد مدلهای متنوعی در مدارات مایکروویو و مدارات پسیو و اکتیو شده است.کیفیت بالا ودر دسترس بودن این مدلها ما را قادر ساخته که مدارات مایکروویو را به طرز موثری طراحی کنیم.این مدلها به ما این اجازه را داده است که مدارات بزرگتر وپیچیده تری را نسبت به قبل طراحی کنیم. در همین زمان ادوات وعناصر جدیدی به این مدارت اضافه گردیده است.گرچه مدلهای موجود جهت مدلسازی مدارات وادوات موجود کافی است اما این مدلها جهت مدلسازی ادوات جدید ناکافی و نامناسب می باشد.از جمله این ادوات جدید می توان به تقویت کننده های فرکانس خیلی بالا ومدولاتورهای OFDMاشاره نمود..روشهای معمولی جهت خلق واصلاح مدلهای جدید تا اندازه زیادی بر پایه آزمون وخطا می باشد.زمانی که مدلها ووسایل جدید به میان می آیند نه تنها مدلهای جدیدی لازم است بلکه روشهای طراحی کامیوتری جدید تری لازم است تا مدلسازی سریعتر وسیستماتیک گردد **.[1]**

در مدارات با فرکانس بالا مدارات معادل قابلیت اطمینان پایین تری دارند.شبیه سازی الکترومغناطیسی با جزئیات بالایی جهت طراحی دقیق این مدارات لازم می باشد.بعلاوه هنگام تغییر پارامترهای هندسی

وفیزیکی شبیه سازی الکترومغناطیسی باید تکرار گردد که بسیار گران می باشد.با افزایش پیچیدگی مدارات و با توجه به تلرانس عناصر موجود در مدار تقاضا برای روش هایی که هم دقیق بوده وهم سریع باشند زیاد شده است.برآوردن این تقاضا با استفاده ازروشهای سنتی امکان پذیر نمی باشداین مساله وقتی وخیم تر می گردد که نیاز به بهینه سازی ونتایج معتبر داشته باشیم و همزمان تلرانس عناصر و تغییر کردن آنها حین فرایند نیز مورد توجه قرارگیرد.بعلاوه مدلسازی پارامتریک دقیق بطور فزاینده ای لازم شده است تا نه تنها تغییرات رفتاری ادوات مایکروویو بلکه تغییرات هندسی وفیزیکی آنها نیز به حساب آید.در سالهای اخیر شبکه های عصبی مصنوعی(ANN) به عنوان یک راه حل دیگر جهت مدلسازی دقیقتر ادوات مایکروویو مطرح گردیده است تا جایگزین روشهای سنتی گردد.ANNها می توانند هم مدلسازی های جدید را انجام داده وهم این مدلها دقیقتر باشند.این شبکه ها بعد از آموزش می توانند جهت طراحی سیستمهای سطح بالا تر مورد استفاده قرارگیرند.این مدلها جهت مدلسازی مدارات غیر خطی چند بعدی استفاده می شود.اساس تئوری شبکه های عصبی بر اساس تئوری تقریب عمومی می باشد که بیان می کند که شبکه عصبی با حداقل یک لایه مخفی می تواند هر تابع چند بعدی پیوسته غیر خطی را تقریب زند.این خاصیت,, شبکه های عصبی را قادر به مدل کردن ادواتی می کند که مدل ریاضی آنها در دسترس نمی باشد .سیر تغییرات از ورودی به خروجی این مدل خیلی سریع می باشد. به این دلایل شبکه های عصبی را برای طراحی انواع مختلف ادوات مایکروویو بکار می برند مثلantenna ,parasitic modeling,coplanar waveguide application,مدلسازی ادوات غیر خطی, بهینه سازی مدارات مایکروویو غیر خطی ,مدلسازی تقویت کننده قدرت ,waveguide filter وغیره.در این نوشته ما تکنیکهای مدلسازی با استفاده از شبکه های عصبی وکار برد آنها در طراحی ومدلسازی ادوات مایکروویو را مرور می کنیم.

۱-۱-۲- پیاده سازی مداری این مدلسازی

علاوه بر مدلسازی کامپیوتری امکان اجرا وپیاده سازی وجود دارد که باعث ایجاد مدارات با دقت بیشتر وسرعت بالاتر میگردد.

۱-۲- مدلسازی مدارات مایکروویو

کار در مدارات فرکانس بالا اثرات خاص خود را دارد از جمله غیر خطی بودن ووجود اثرات پارازیتی .بنابراین مدلسازی وشبیه سازی این مدارات با مدارات وشبکه های ساده تر وخطی تر امری ضروری به نظر می رسد.عناصری مثل سلف وتقویت کنندهای توان وspiral inductorومدولاتور OFDM.

ایده جایگزین کردن مدارات فوق با شبکه های عصبی ایده ای قابل تامل است .این شبکه ها با استفاده از چند نرم افزار قابل حصول می باشند.شبکه های عصبی در MATLABایجاد وآموزش داده می شوند وحاصل این کار تنظیم وزنها وبایاسهای نرونها بوده ومی توان از آنها به سادگی عناصر ومدارات مذکور را مدلسازی وحتی جایگزین نمود.داده های آموزشی لازم برای ایجاد شبکه عصبی از نرم افزار ADSبدست می آیند

شبیه سازی با شبکه های عصبی محدودیتهایی نیز دارد مثل:

-امکان ایجاد پاسخهای نامناسب به داده های ورودی که در داده های آموزشی نیستند وجود دارد که با تمهیداتی می توان آنرا کاهش داد .

- استفاده از خروجی ایجاد شبکه عصبی درMATLAB(یعنی وزنها وبایاسهای نرونها)بصورت اعدادی نا موزون بوده واستفاده از آنها کاری دشوار است.

-شکل ظاهری مدار ایجاد شده در ADS(Advanced Design System) بااستفاده از شبکه های عصبی بزرگ اما در عین حال ساده می باشد.

امکان استفاده از نرم افزار ایجاد شده در ساخت مدارات بصورت بسیار خوبی وجود دارد وافقی عالی در اختیار ما می گذارد.

خصوصا در سیستمهای دیجیتالی امکان اعمال این نرم افزار بیشتر محتمل می گردد.

فصل دوم

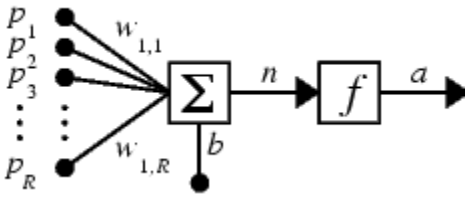
شبکه های عصبی

۲-۱-مقدمه

شبکه های عصبی سیستمهای پردازش اطلاعات بوده و بر پایه ساختار یادگیری مغز انسان ساخته شده اند.یک شبکه عصبی نوعی شامل دو جزء اصلی می باشد :عناصر پردازش و اتصالات بین آنها عنصر پردازش نرون نامیده می شود و اتصالات بین آنها به عنوان لینک یا سیناپس شناخته می شوند.هر لینک وزن مربوط به خود را دارد.هر نرون از دیگر نرونهای متصل به آن تحریک دریافت کرده ,آن را تحلیل کرده ویک خروجی تولید می کند.نرونهایی که تحریک را از خارج شبکه دریافت می کنند نرونهای ورودی وآنهایی که خروجیها را تولید می کنند نرونهای خروجی نامیده می شوند.نرونهایی که بین ورودی وخروجی واقع هستند به نرونهای پنهان موسوم می باشند.شبکه های عصبی مختلفی بااستفاده از انواع مختلف نرون وبا اتصال گوناگون آنها به یکدیگر ساخته می شوند.

۲-۲-یک نرون

در یک نرون ورودیها که معمولا یک بردار می باشد از طریق لینکهایی که با وزن مربوطه مشخص می گردند به نرون وارد شده وبا توجه به مقدار بایاس و بااستفاده از تابع تحریک خروجیها مشخص می گردند.در یک شبکه عصبی وزنها بگونه ای اصلاح می شوند که رابطه بین ورودیها وخروجیها طبق داده های آموزشی برقرار گردد.



شکل ۲-۱:یک نرون شبکه عصبی

Rتعداد عناصر بردار ورودی بوده و خروجی این نرون بصورت(a=f(w*p+b که درآن fتابع انتقال , pبردار ورودی وb بایاس مربوط به آن نرون می باشد.

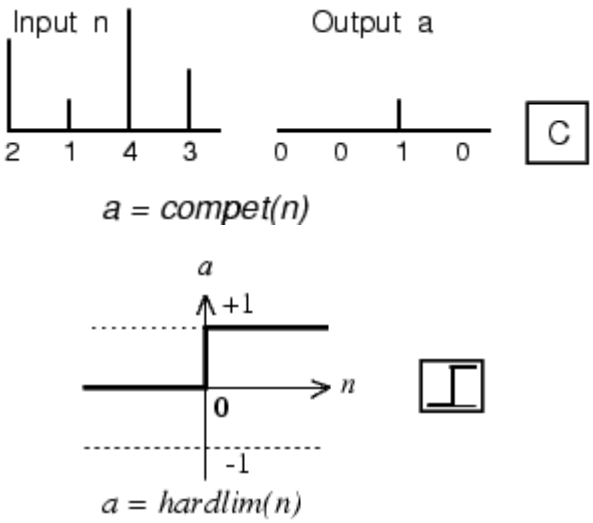
$W=(w_1,w_2,\ldots,w_R)$ (1-2)

بردار وزن مربوط به نرونها بوده و

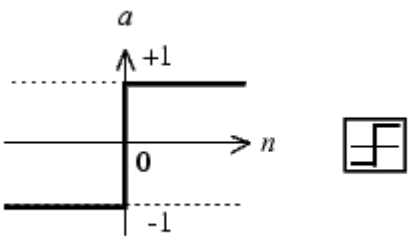
$p=(p_1,p_2,\ldots,p_n)$ (2-2)

بردار ورودی می باشد.

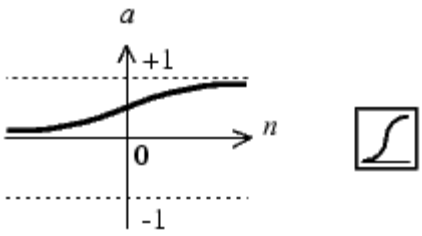
بخش مهمی از شبکه های عصبی تابع انتقال یا تحریک می باشد که در زیر تعدادی ازآنها آمده است:



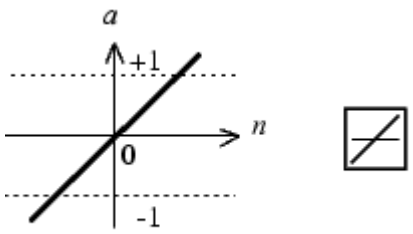
شکل۲-۲:انواع توابع تحریک



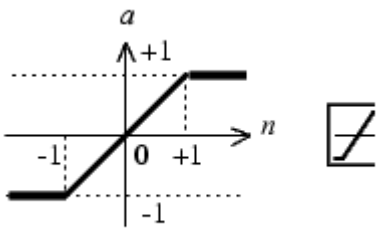
$a = hardlims(n)$



$a = logsig(n)$

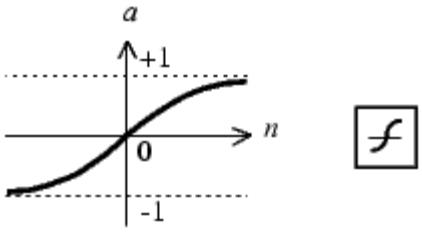


$a = purelin(n)$



$a = satlins(n)$

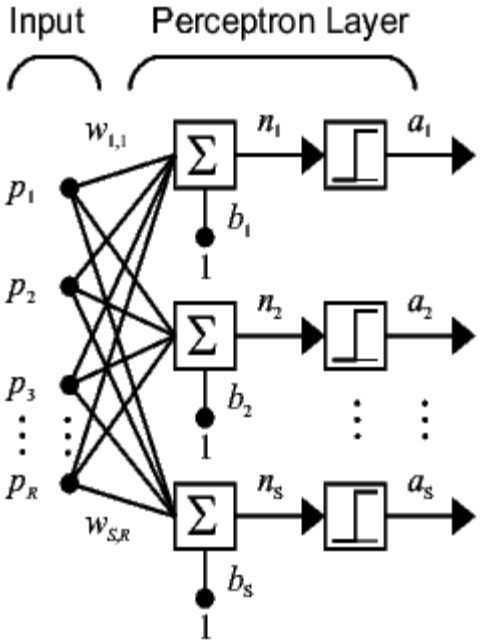
ادامه شکل۲-۲:انواع توابع تحریک



$a = tansig(n)$

ادامه شکل۲-۲:انواع توابع تحریک

با افزودن نرونها می توان شبکه های پیچیده تری را ساخت



شکل ۲-۳:یک پرسپترون

a=f(w*p+b)

در اینجا fتابع انتقال hardlimمی باشد.

در این پایان نامه توابع والگوریتمهای یادگیری موجود در MATLABبه کرار مورد استفاده قرار می گیرند وضمناً از فرمت MATLABاستفاده شده است.

جهت ایجاد شبکه عصبی در MATLABاز دستورهای مختلفی استفاده می شود مثل:newlinو newlindو newpو newff

شبیه سازی شبکه های عصبی بر اساس ترتیب اعمال ورودی ها و داشتن عنصر تاخیر و پسخورد به چهار گروه تقسیم می گردند:

-شبیه سازی با ورودی های همزمان و ترتیبی در یک شبکه ایستا

شبکه ایستا شبکه ای است که شامل عنصر تاخیر یا پسخورد نباشد. در یک شبکه ایستا ورودیها چه همزمان باشند چه ترتیبی مهم نبوده وآموزش این شبکه ها یکسان می باشند.