بنام خداوند بخشنده مهربان

۹۵۹۹۸

دانشکده فنی و مهندسی

کنترل فعال تغییر مکان سازه ها در برابر بارهای دینامیکی با استفاده از شبکه عصبی

استاد راهنما : سرکار خانم دکتر حامدی

نگارش : سید علیرضا موسوی احتشامی

مرکز اطلاعات علمی

رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد ۲۸ /۳/ ۱۳۸۷

در رشته مهندسی عمران - سازه

اسفند ۱۳۸۶

۹۲۹۹۸

بسمه تعالی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

صورت جلسه دفاع از پایان نامه

جلسه دفاع از پایان نامه آقای سیدعلیرضا موسوی احتشامی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه در روز ۱۳۸۶/۱۲/۱۳ در دانشگاه برگزار گردید و این پایان نامه مورد تایید نهایی هیئت داوران قرار گرفت .

۱- استاد راهنما : **خانم دکتر فرزانه حامدی**

عضو هیئت علمی دانشگاه امام خمینی (ره)

۲- داور خارجی : **آقای دکترفرهنگ فرخی**

عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان

۳- داور داخلی : **آقای دکتر محمود نادری**

عضو هیئت علمی دانشگاه امام خمینی (ره)

۴- نماینده تحصیلات تکمیلی : **جناب آقای مهندس محمد حسین پروین نیا**

عضو هیئت علمی دانشگاه امام خمینی (ره)

اداره تحصیلات تکمیلی حوزه آموزشی دانشگاه بین المللی امام خمینی

چکیده :

تکنیک معمول برای طراحی سازه دربرابر نیروهای خارجی وارده به سازه همانند زلزله، مقاوم سازی اعضا آن می باشد . به هرحال این بهسازی منجر به افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش اثر نیروی زلزله می شود . یک سازه طراحی شده به این روش ممکن است در برابر زلزله های پرشدت دچار خساراتی در اعضا خود ویا حتی خسارت به اعضا غیر سازه ای بشود .

یکی از جدیدترین روشهای پیشنهاد شده برای مقابله با آثار مخرب زلزله استفاده از سازه های هوشمند می باشد . این سازه ها به گونه های طراحی می شوند که بتوانند توسط یک منبع نیروی خارجی ویک سیستم هوشمند کامپیوتری در مقابل نیروهای خارجی وارد شده به سازه عکس العمل نشان داده و تلاشهای ایجاد شده در اجزای خود را کاهش دهند . محققین استفاده از وسایل و ابزارآلات ابتکاری کنترل،همانند میراگرهای فعال ،جدا کننده های پایه و دستگاههای فرعی آیرودینامیک و... را برای کاهش پاسخهای دینامیکی سازه ها و نیز فراهم نمودن تسهیلاتی برای مقابله بابارهای باد و زلزله پیشنهادمی کنند .

هدف کلی در این پایان نامه این است که یک سیستم کنترل طوری طراحی شود تا در زمانی که نیروهای خارجی همانند زلزله،باد و... به سازه وارد می شود،این سیستم بتواند پاسخ سازه را در مقابل نیروهای وارده کاهش دهد و اجازه ندهد که تغییر مکان طبقات سازه از مقادیر تغییر مکانهای مجاز فراتر رود .

مطالعات انجام شده در این پایان نامه حکایت از این دارد که از لحاظ تئوری استفاده از کنترل فعال یک راه حل مناسب برای ایمن سازی سازه ها می باشد و در میان روشهای گوناگون کنترل فعال ، بکار بردن سازه ها با سختی متغیر به عنوان عملی ترین وموثرترین راه برای کنترل فعال سازه ها به نظر می رسد.

کلمات کلیدی :کنترل فعال – بارهای دینامیکی– شبکه های عصبی

با سپاس از

از خداوند متعال

پدر و مادر عزیزم

استاد محترم خانم دکتر حامدی

وکمک تمامی دوستانم

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم : تاریخچه ۴

۲-۱ تاریخچه شبکه های عصبی ۵

۲-۲ تاریخچه شبکه های عصبی در مهندسی سازه ۷

فصل سوم : کنترل فعال سازه ها ۸

۳-۱کنترل سازه ۹

۳-۲سیستمهای کنترل سازه ۹

۳-۲-۱کنترل فعال سازه ها ۹

۳ -۲-۱ -۱استفاده از تکنیکهای کنترل فعال ۱۰

۳-۳ سیستم های کنترل ۱۰

۳-۳-۱سیستمهای کنترل مدار باز ۱۰

۳-۳-۲سیستم کنترل مدار بسته ۱۰

۳-۳-۳ سیستم کنترل مدارباز- بسته ۱۱

۳-۴دینامیک سازه های کنترل شده ۱۱

۳-۵روشهای کنترل فعال سازه ها ۱۲

۳-۵-۱کنترل با استفاده از کشهای فعال ۱۳

۳-۵-۲کنترل با استفاده از زائده های آیرودینامیک ۱۴

۳-۵-۳کنترل کننده های ضربه ای ۱۴

۳-۵-۴کنترل با استفاده از سختی متغیر ۱۴

۳-۶روند تغییر سختی لحظه ای ۱۵

۳-۷سیستم های مرکب فعال- غیر فعال ۱۶

۳-۸کنترل با استفاده از جرم های فعال میراگر تنظیم شونده ۱۶

۳-۹ نکاتی در مورد تحلیل و طراحی سیستمهای کنترل ۱۷

۳-۱۰حل سیستمهای کنترل در فضای حالت ۱۷

۳-۱۰-۱متغیرهای حالت ۱۷

۳-۱۰-۲بردار حالت ۱۷

۳-۱۰-۳فضای حالت ۱۸

۳-۱۱بررسی خطا ۱۸

۳-۱۲سیستم کنترل بهینه ۱۹

۳-۱۳ استفاده از شبکه عصبی در فرآیند بهینه سازی ۲۰

۳-۱۴تاخیر زمانی ۲۰

فصل چهارم: بهینه سازی ۲۲
۴-۱مفهوم بهینه سازی..... ۲۳
۴-۲کلیاتی درباره روش های بهینه سازی ۲۳
۴-۳روش های کلی بهینه سازی ۲۴
۴-۳-۱روشهای عددی ۲۴
۴-۳-۲روش های تحلیلی ۲۵
۴-۴الگوی مسئله بهینه سازی ۲۵
۴-۴-۱تابع هدف ۲۶
۴-۴-۲متغیرهای طراحی ۲۷
۴-۴-۲-۱متغیر طراحی نوع مصالح ۲۸
۴-۴-۲-۲متغیر طراحی شکل یا هندسه سازه ۲۸
۴-۴-۲-۳متغیر طراحی توپولوژی سازه ۲۸
۴-۴-۲-۴متغیر طراحی اندازه ۲۸
۴-۴-۳محدودیت های طراحی ۲۹
۴-۴-۳-۱محدودیت تغییر مکان ۳۰
۴-۴-۳-۲محدودیت های جانبی ۳۰
۴- ۴-۳-۳محدودیت تنش ۳۱
۴-۵روش های برنامه ریزی ریاضی ۳۱
۴-۵-۱برنامه ریزی خطی ۳۲
۴-۵-۲برنامه ریزی غیر خطی ۳۲
۴- ۶روشهای بهینه سازی نامقید ۳۲
۴-۷روش های بهینه سازی مقید ۳۴
۴-۸روش های تابع جریمه ۳۵
۴-۸-۱روش تابع جریمه داخلی ۳۶
۴-۸-۲روش تابع جریمه خارجی ۳۷
۴-۹روش های بهینه سازی مسایل با متغیرهای گسسته ۳۷
۴-۱۰انواع متغیرهای گسسته ۳۸
۴-۱۲روش های بهینه سازی برگرفته از طبیعت ۴۰
۴-۱۳روش وراثتی ۴۱

فصل پنجم : **شبکه های عصبی** ۴۳
۵-۱تاریخچه شبکه های عصبی ۴۴
۵-۲مفهوم شبکه های عصبی بیولوژیکی ۴۵
۵-۳ساختار شبکه عصبی بیولوژیکی ۴۶
۵-۴شبکه های عصبی مصنوعی ۴۹
۵-۵تشابهات شبکه های عصبی مصنوعی و مغز ۴۹

۵-۶ویژگیهای شبکه عصبی ۴۹
۵-۶-۱قابلیت یادگیری ۵۰
۵-۶-۲پراکندگی اطلاعات ۵۰
۵-۶-۳ قابلیت تعمیم ۵۰
۵ -۶-۴پردازش موازی ۵۰
۵-۶-۵ مقاوم بودن ۵۱
۵-۶-۶ تحمل نویز و خطا ۵۱
۵-۷ نرون مصنوعی ۵۲
۵-۸توابع تحریک نرون ۵۳
۵-۹ تابع تحریک واحد ۵۳
۵-۹-۱تابع تحریک خطی ۵۴
۵-۹-۲تابع تحریک پله ای ۵۴
۵-۹-۲تابع تحریک سیگموئید ۵۵
۵-۹-۴ تابع تحریک هیپربولیک ۵۶
۵-۱۰بایاس و آستانه تحریک ۵۷
۵-۱۱شبکه های تک لایه ۵۹
۵- ۵-۱۲شبکه های چند لایه ۶۰
۵ -۱۳آموزش شبکه ۶۱
۵-۱۳-۱آموزش نظارت شده (با معلم) ۶۱
۵-۱۳-۲آموزش نظارت نشده (بدون معلم) ۶۲
۵-۱۴مقادیر وزن های قبل از آموزش ۶۲
۵-۱۵مشکلات آموزش ۶۳
۵-۱۶مدهای عملکردی شبکه های عصبی ۶۳
۵-۱۷شبکه های عصبی تابع بنیادی شعاعی ۶۴
۵-۱۷-۱ساختار شبکه R.B.F ۶۴
۵-۱۷-۲معرفی شبکه R.B.F ۶۴
۵-۱۷-۳نحوه آموزش شبکه های R.B.F ۶۶

فصل ششم : مدل سازی ۷۱
۶-۱پارامترهای بهینه سازی ۷۲
۶-۱-۱ متغیرهای طراحی ۷۲
۶-۱-۲ محدودیتهای طراحی ۷۲
۶-۲روند محاسبات و الگوریتم های طراحی شده ۷۲
۶-۲-۱الگوریتم (A) ۷۳
۶-۲-۱-۱گام اول: آموزش شبکه عصبی ۷۴
۶-۲-۱-۲ گام دوم: امتحان شبکه آموزش یافته ۷۴
۶-۲-۲ الگوریتم (B) ۷۵

۶-۳ مزیت استفاده از شبکه عصبی ۷۵
۶-۴ استفاده از شبکه عصبی نهایی ۷۶
۶-۵ سازه با سختی متغیر ۷۷
۶-۵-۱سیستم های اعمال سختی متغیر به سازه ۷۸
۶-۵-۱-۱دستگاه تغییر دهنده سختی (VSD) ۷۸
۶-۵-۱-۲سیستم بادبندهای قطری ۷۹
۶-۵-۱-۳سیستم FDSAB ۸۰
۶-۶ مدل سازی سازه شش و هشت طبقه ۸۱

فصل هفتم : نتیجه گیری ۱۰۳
۷-۱ نتیجه گیری ۱۰۳
۷-۲ ارائه پیشنهادات ۱۰۴

فهرست منابع و مراجع : ۱۰۵

پیوستها : ۱۰۷

فهرست جداول

فصل ششم : مدل سازی

۶-۱ : سختی و تغییر مکان سازه ۶ طبقه ۸۳
۶-۲ : سختی و تغییر مکان سازه ۸ طبقه..... ۸۷
۶-۳ : تعیین خطای موجود بین تحلیل دقیق وتقریبی سازه ۶ طبقه ۹۷
۶-۴ : تعیین خطای موجود بین تحلیل دقیق وتقریبی سازه ۸ طبقه ۹۷

فهرست شکلها

فصل سوم : کنترل فعال سازه ها

۳-۱:اجزای تشکیل دهنده یک سازه کنترل شده ۱۱
۳-۲ : سیستم کنترل جرم میراگر تنظیم شونده غیر فعال ۱۲
۳-۳ : نمودار آزاد یک سازه مدل شده ۱۳
۳-۴ : نحوه عملکرد یک سیستم کنترل شده توسط زائده های آیرودینامیک ۱۴
۳-۵ : سیستم کنترل جرم میراگر تنظیم شونده غیرفعال ۱۶
۳-۶ : سازه ۶ طبقه مدل شده ۱۸

فصل چهارم : بهینه سازی

۴-۱ : سطوح قید و انواع نقاط طراحی در فضای دو بعدی ۳۰
۴-۲ : روش های مختلف بهینه سازی نامقید ۳۳
۴-۳ : روش های مختلف بهینه سازی مقید ۳۴

فصل پنجم : شبکه های عصبی

۵-۱ : نرون مصنوعی ساده ۴۸
۵-۲ : ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی ساده ۴۸
۵-۳ : ساختار یک نرون مصنوعی ۵۲
۵-۴ : نرون مصنوعی با تابع تحریک ۵۳
۵-۵ : تابع تحریک پله ای (محدود کننده) ۵۴
۵- ۶ : تابع تحریک سیگموئید در محدوده ۰ تا ۱ ..... ۵۵
۵-۷ : عمل نرون بایاس ۵۷
۵-۸ : شبکه عصبی تک لایه با تمام ارتباطات ممکن ۵۸
۵-۹ : شبکه عصبی دولایه با تمام ارتباطات ۶۰
۵-۱۰ : ساختار شبکه R.B.F ۶۵

فصل ششم : مدل سازی

۶-۱ : الگوریتم (A) . گام اول : آموزش شبکه عصبی ۷۴
۶-۲ : نحوه تعبیه دستگاه VSD در محل اتصال بادبند به تیر ۷۸
۶-۳ : شماتیک دستگاه VSD ۷۹
۶-۴ : سازه با موتور تعبیه شده در بادبند ۸۰
۶-۵ : شماتیک دستگاه FDSAB ۸۱
۶-۶ : سازه ۶ طبقه مدل شده ۸۲
۶-۷ : مدل ریاضی سازه ۶ طبقه ۶ درجه آزادی ۸۲
۶-۸ : نمودار سختی- تغییر مکان سازه ۶ طبقه ۹۳
۶-۹ : نمودار سختی- تغییر مکان سازه ۸ طبقه ۹۴
۶-۱۰ : نمودار نیرو- سختی سازه ۶ طبقه ۹۵
۶-۱۱ : نمودار نیرو- سختی سازه ۸ طبقه ۹۶
۶-۱۲ : نمودار تغییر مکان دقیق و تقریبی سازه ۶ طبقه ۹۸
۶-۱۳ : نمودار خطای موجود بین تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۶ طبقه ۹۸
۶-۱۴ : نمودارسختی مورد نیاز حا صل از تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۶ طبقه ۹۹
۶-۱۵ : نمودارخطای موجود در تعیین سختی مورد نیاز بین تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۶ طبقه ۹۹
۶-۱۶ : نمودار تغییر مکان دقیق و تقریبی سازه ۸ طبقه ۱۰۰
۶-۱۷: نمودار خطای موجود بین تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۸ طبقه ۱۰۰
۶-۱۸ : نمودارسختی مورد نیاز حا صل از تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۸ طبقه ۱۰۱
۶-۱۹ : نمودارخطای موجود در تعیین سختی مورد نیاز بین تحلیل دقیق و تقریبی سازه ۸ طبقه..... ۱۰۱

فصل اول

مقدمه

پدیده های طبیعی مثل زمین لرزه ها و بادهای قوی می توانند برای سازه های ساختمانی نتایج فاجعه آمیزی را سبب شوند و این گونه حوادث اثرات و زیانها اجتماعی بسیار مضری را در بر دارند بنابراین بسیار مهم است که بتوان ایمنی و قابل اطمینان بودن سازه ها را تحت این نیروها تضمین کرد. تقا ضای بشر برای کنترل نیروهای طبیعت یکی از علل پیشرفت انسان در طول تاریخ است. هدف از کنترل نیروها کمک گرفتن از آنها جهت استفاده از عوامل فیزیکی است . کارایی و توانمندی رایانه موجب می شود تا انسان ترقی خواه ، این پدیده قرن بیستم را در همه عرصه ها پذیرفته وآن را به خدمت بگیرد. طبیعتا محققین عمران از این گرایش مستثنی نیستند.

یکی از جدیدترین روشهای پیشنهاد شده برای مقابله با آثار مخرب زلزله استفاده از سازه های هوشمند می باشد . این سازه ها به گونه های طراحی می شوند که بتوانند توسط یک منبع نیروی خارجی ویک سیستم هوشمند کامپیوتری در مقابل نیروهای خارجی وارد شده به سازه عکس العمل نشان داده و تلاشهای ایجاد شده در اجزای خود را کاهش دهند .

با گذشت زمان علاقه بسیاری در تحقیق و توسعه و پیشرفت فن آوری استفاده از سیستمها و نرم افزارهای هوشمند برای کنترل سازه ها به وجود آمده است .در این راستا محققان ابزارآلات ابتکاری کنترل هوشمند و نرم افزارهای توانایی را ابداع کرده اند . محققین استفاده از وسایل و ابزارآلات ابتکاری کنترل، همانند میراگرهای فعال[1] ، جدا کننده های پایه[2] و دستگاههای فرعی آیرودینامیک و... را برای کاهش پاسخهای دینامیکی سازه ها و نیز فراهم نمودن تسهیلاتی برای مقابله بابارهای باد و زلزله پیشنهاد می کنند .

---

[1]- Active damper

1- Active isolators base

تکنیک معمول برای طراحی سازه دربرابر نیروهای خارجی وارده به سازه همانند زلزله، مقاوم سازی اعضا آن می باشد . به هرحال این بهسازی منجر به افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش اثر نیروی زلزله می شود . یک سازه طراحی شده به این روش ممکن است در برابر زلزله های پرشدت دچار خساراتی در اعضا خود ویا حتی خسارت به اعضا غیر سازه ای بشود .
اخیرا گسترش کنترل ارتعاشات سازه به صورت فعال و غیر فعال وکاربری آنها در بهسازی سازه در برابر زلزله های وارده مورد توجه و بازنگری قرار گرفته است . تکنیک کنترل فعال وغیر فعال سازه جدیدترین روش جهت بهبود رفتارسازه در مقابل نیروهای غیر متعارف همانند زلزله و باد می باشد . در این راستا محققین استفاده از وسایل وابزارآلات ابتکاری کنترل، همانند میراگرهای فعال، جداکننده های پایه، دستگاههای فرعی آیرودینامیکی و... را برای کاهش پاسخ های دینامیکی سازه ها ونیز فراهم نمودن تسهیلاتی برای مقابله با بارهای باد وزلزله، پیشنهاد می کنند .
هدف اصلی طراحان سازه، دست یابی به بهترین طرح ممکن می باشد و در طراحی، ساخت و نگهداری هر دستگاه، مهندسان باید تصمیم های فنی و مدیریتی بسیار زیادی را بگیرند که هدف نهایی چنین کارهایی کاهش و حداقل کردن هزینه ها و یا حداکثر کردن مقاومت، ضریب اطمینان، ایمنی و سود حاصله می باشد. بنابراین می توان بهینه سازی[1] را به عنوان فرآیند یافتن شرایطی دانست که مقدار حداکثر و حداقل یک تابع را ایجاد می کند. بهینه سازی در مفهوم گسترده خود، می تواند در حل هر مسئله مهندسی بکار برود.
درطراحی سازه هدف ارائه طرحی است که ازبیشترین کارایی برخوردار باشد. درواقع هدف اصلی هر طرح از بهینه کردن یک طرح این است که، عوامل مختلف را به گونه ای ترکیب کند که علاوه بر اینکه مجموعه ای از نیازها و ضوابط را برآورده می کند، هزینه لازم را به حداقل و سود مورد نظر را حداکثر سازد. در طراحی هر نوع سیستم کاربردی علاوه بر مسائل فنی و ضوابط طراحی، اقتصاد مسئله نیز مورد توجه قرار می گیرد. محاسبه طرحی که کمترین هزینه اجرایی را داشته باشد با استفاده از آلگوریتم های متعددی امکان پذیر است. آلگوریتم های مذکور تابعی از پارامترهای اقتصادی مسئله را به عنوان تابع هدف انتخاب می کنند و با محاسبه حداقل یا حداکثر آن و اقناع ضوابط طراحی گزینه مناسب را به دست می آورند. در نتیجه سیستم حاصل علاوه بر دارا بودن استانداردهای طراحی کمترین هزینه اجرایی را خواهد داشت.
برای حل مسائل بهینه سازی توسط پژوهشگران روشهای گوناگونی پیشنهاد شده است که بعضی از این روشها از ویژگی گرادیان تابع هدف و محدودیت های آن برای رسیدن به جواب بهینه استفاده می کنند. از آنجایی که در این روشها به اطلاعات گرادیان احتیاج می باشد برای توسعه آنها در محاسبه متغیرهای شکل، مشکلات فراوانی ایجاد می شود. از آنجایی که حل هر مسئله بهینه سازی در حالت کل بر اساس اصول برنامه ریزی ریاضی[2] استوار می باشد استفاده از این متد و روشها بدون آگاهی از

---

[2] - Optimization
[2] - Mothematical progamming

اصول روشهای برنامه ریزی در واقع غیرممکن می باشد. روش های برنامه ریزی ریاضی به روشهای جستجوی مستقیم نیز معروف می باشند.

در سالیان اخیر شاهد حرکتی مستمر از تحقیقات صرفاً تئوری به تحقیقات کاربردی به خصوص در زمینه پردازش اطلاعات برای مسائلی که برای آنها راه حلی موجود نیست و یا براحتی قابل حل نیستند، بوده ایم. با عنایت به این امر، علاقه فزاینده ای در توسعه تئوریک سیستمهای دینامیکی هوشمند، که مبتنی بر داده های تجربی هستند، ایجاد شده است. شبکه های عصبی مصنوعی[1] جزء این دسته از سیستم های دینامیکی قرار دارند که با پردازش روی داده های تجربی، دانش یا فنون نهفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل می کنند. به همین خاطر به این سیستم ها هوشمند[2] گفته می شود، چرا که بر اساس محاسبات روی داده های عددی، قوانین کلی حاکم بر آنها را فرا می گیرند. این سیستم ها در جهت مدلسازی ساختار نروسیناپتیکی مغز بشر می کوشند.

پیاده سازی ویژگیهای شگفت انگیز مغز بشر در یک سیستم مصنوعی (سیستم دینامیکی ساخته دست بشر) همیشه وسوسه انگیز و مطلوب بوده است. محققینی که طی سالها در این زمینه فعالیت کرده اند بسیار هستند، لیکن نتیجه این تلاشها صرف نظر از یافته های ارزشمند، باور هر چه بیشتر این اصل بوده است که مغز بشر دست نیافتنی است. باید اذعان داشت که عالی بودن هدف و کافی نبودن دانش موجود، خود سبب انگیزش پژوهشهای بیشتر و بیشتر در این زمینه بوده و خواهد بود، همچنان که امروزه شاهد بروز چنین فعالیتهایی در قالب شبکه های عصبی مصنوعی هستیم. اغلب آنهایی که با چنین سیستم هایی آشنایی دارند به اغراق آمیز بودن نام آنها معترفند.

[3]اگرچه این اغراق بیانگر مطلوبیت و نیز بعضی شباهتهای اینگونه سیستمها با سیستم های طبیعی است، ولی می تواند تا حدی بین آنچه که سیستم های عصبی مصنوعی در اختیار قرار می دهد و آنچه که از نامشان بر می آید تناقض ایجاد نماید. بنابراین هنگام صحبت در مورد شبکه های عصبی، باید حدود انتظارات، برداشتها، امکانات و شباهتها را مشخص کرد. قبل از مشخص کردن این حدود، به معنا و مفهوم شبکه های عصبی از بعد بیولوژیکی می پردازیم و سپس اصول حاکم بر شبکه های عصبی مصنوعی را بیان خواهیم نمود. سپس به معرفی یک شبکه عصبی مصنوعی خواهیم پرداخت که در این پایان نامه مورد استفاده قرار گرفته است.

---

[1] - Artificial neural networks
[2] - Intelligent

فصل دوم

تاریخچه

- تاریخچه شبکه های عصبی
- تاریخچه شبکه های عصبی در مهندسی سازه

۲-۱ تاریخچه شبکه های عصبی

بعضی از پیش زمینه های شبکه های عصبی را می توان به زمان اوایل قرن بیستم و اواخر قرن نوزدهم برگرداند. در این دوره کارهای اساسی در فیزیک، روان شناسی، و نروفیزیولوژی[۱]، توسط دانشمندانی مشهوری همانند هرمان فون هلمهلتز[۲]، ارنست ماخ[۳] و ایوان پاولف[۴] صورت پذیرفت. این کارهای اولیه عموماً بر تئوریهای کلی یادگیری، بینایی و شرطی تأکید داشتند و اصلاً به مدلهای مشخص ریاضی عملکرد نرونها، اشاره ای نداشتند.

دیدگاه جدید شبکه های عصبی در دهه ۴۰ قرن بیستم آغاز شد زمانی که وارن مک کلوچ[۵] و والتر پیتز[۶] نشان دادند که شبکه های عصبی می توانند هر تابع حسابی و منطقی را محاسبه نمایند. کار این افراد را می توان نقطه شروع حوزه علمی شبکه های عصبی مصنوعی نامید. این موضوع با دونالد هب[۷] ادامه یافت، شخصی که عمل شرط گذاری کلاسیک را که توسط پاولف مطرح شده بود به عنوان خواص نرونها معرفی کرد و سپس مکانیزمی را جهت یادگیری نرونهای بیولوژیکی ارائه داد. نخستین کاربرد عملی شبکه های عصبی در اواخر دهه ۵۰ قرن بیستم مطرح شد. زمانی که فرانک روزنبلات[۸] در سال ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون را معرفی نمود. روزنبلات و همکارانش شبکه ای ساختند که قادر بود الگوها را از هم شناسایی نماید.

در همین زمان بود که برنارد ویدرو[۹] در سال ۱۹۶۰ شبکه عصبی مصنوعی تطبیقی خطی آدلاین[۱۰] را با قانون یادگیری جدید مطرح نمود که از لحاظ ساختار، شبیه شبکه پرسپترون بود.

هر دوی این شبکه ها، پرسپترون و آدلاین، دارای این محدودیت بودند که توانایی طبقه بندی الگوهایی را داشتند که بطور خطی از هم متمایز می شدند. ویدرو و روزنبلات هر دو از این امر آگاه بودند، چون آنها قانون یادگیری را برای شبکه های عصبی مصنوعی تک لایه مطرح نموده بودند که توانایی محدودی جهت تخمین توابع داشتند. هر چند آنها توانستند شبکه های چند لایه را مطرح نمایند اما نتوانستند مسائل های یادگیری شبکه های تک لایه را بهبود بخشند. پیشرفت شبکه های عصبی مصنوعی تا دهه ۷۰ قرن بیستم ادامه یافت و تئوکوهونن[۱۱] و جیمز اندرسون[۱۲] در سال ۱۹۷۲ بطور مستقل و بدون اطلاع از هم شبکه های عصبی مصنوعی جدیدی را مطرح نمودند که قادر بودند

---

[1] - Neuro- physiology
[2] - Herman von helmholtz
[3] - Ernest Mach
[4] - Ivan Pavlov
[5] - Warren McCulloch
[6] - Walter Pitts
[7] - Donald Hebb
[8] - Frank Rosenblat
[9] - Bernard Widrow
[10] - Adaptive Liner Element
[11] - Teo Kohnonen
[12] - James Andersn

به عنوان عناصر ذخیره ساز عمل نمایند. استفان گروسبرگ[1] در این دهه روی شبکه های خود سازمانده[2]، فعالیت می کرد.

فعالیت در زمینه شبکه های عصبی مصنوعی در دهه ۶۰ قرن بیستم در قیاس با دهه ۸۰ به علت عدم بروز ایده های جدید و نبود کامپیوترهای سریع جهت پیاده سازی، کمرنگ می نمود. اما در خلال دهه ۸۰ رشد تکنولوژی ریز پردازنده ها روند صعودی داشت و تحقیقات روی شبکه های عصبی مصنوعی فزونی یافت و ایده های بسیار جدید مطرح شدند. ایده های نو و تکنولوژی بالا برای رونسانس دوباره در شبکه های عصبی مصنوعی کافی به نظر می رسید. در این زایش دوباره شبکه های عصبی مصنوعی دو نگرش جدید قابل تأمل می باشد.

استفاده از مکانیسم تصادفی جهت توضیح عملکرد یک طبقه وسیع از شبکه های برگشتی[3] که می توان آنها را جهت ذخیره سازی اطلاعات استفاده نمود. این ایده توسط جان هاپفیلد[4] فیزیکدان آمریکایی در سال ۱۹۸۲ مطرح شد. دومین ایده که کلید توسعه شبکه های عصبی مصنوعی در دهه ۸۰ شد مسائل پس انتشار خطا[5] می باشد که توسط دیوید راملهارت[6] و جیمز مکلند[7] در سال ۱۹۸۶ مطرح گردید. با بروز این دو ایده، شبکه های عصبی مصنوعی متحول شدند.

آنچه که می توان در حال حاضر به طور قاطع گفت آن است که در آینده شبکه های عصبی مصنوعی جایگاه مهمی خواهند داشت، نه به عنوان یک جواب و راه حل برای هر مسأله، بلکه به عنوان یک ابزار علمی که بتواند برای راه حلهای خاص و مناسب مورد استفاده قرار گیرد. باید توجه داشت که در حال حاضر اطلاعات موجود درباره نحوه عملکرد مغز بسیار محدود است و مهمترین پیشرفتها در شبکه های عصبی مصنوعی در آینده مطرح خواهند شد. زمانی که اطلاعات بیشتری از چگونگی عملکرد مغز و نرونهای بیولوژی در دست باشد.

---

[1] - Stefan Grossberg
[2] - Self- organizing
[3] - Feedback
[4] - John Hopfield
[5] - Error back - propagation
[6] - David Rummelhart
[7] James Mcland

۲-۲ تاریخچه شبکه های عصبی در مهندسی سازه

با توجه به معادلات دینامیکی حاکم بر سازه ها مشخص می شود که مشخصه های دینامیکی این سازه ها شامل جرم ، میرایی و سختی می باشد . جرم سازه ها عمدتا ثابت می باشد و نمی توان آن را درزمان کوتاه تغییر داد . از سوی دیگر اثر تغییر میرایی در پاسخ سازه ها بخصوص در بارگذاریها با زمان کوتاه به نسبت اثر تغییر سختی کمتر است . ازاین رو درسال ۱۹۸۶ ایده استفاده از سازه با سختی متغیر شکل گرفت .

کوبوری و کاماگاتا در سال ۱۹۹۶ یک سیستم سختی فعال را که شامل بادبندهای فعال و دستگاههای قفل کننده بود طراحی و آزمایش نمودند . در این سیستم قفل شدن ویا باز شدن بادبنها در طول مدت وارد آمدن زلزله مطابق با یک الگوریتم کنترل ویژه طوری عمل می نمود که تغییر سختی سازه را در جهت بهبود و کاهش پاسخ سازه نسبت به نیروی وارده امکان پذیر و میسر می ساخت .

دکتر یانگ و همکارا نش در سال ۱۹۹۶ نشان دادند که سیستمهای کنترل فعال سختی متغیر سازه در کاهش رانش داخلی طبقه ای موثرند، ولی امکان دارد که موجب افزایش قابل توجه شتاب های کف طبقات گردد .

میراگرهای اصطکاکی نیمه فعال به صورت آزمایشی وتجربی بوسیله آقای نیشیتانی و همکارنش در سال ۲۰۰۰ طراحی و مورد آزمایش قرار گرفت .

ریباکو و گلاگ پیشنهاد کردند که در طرح مذکور از یک میراگر اصطکاکی فعال به عنوان اتصال دهنده بادبندها و دیافراگمهای گف بالا استفاده کنند .

در ده سال اخیر هزاران مقاله در مورد شبکه های عصبی نوشته شده است و شبکه های عصبی مصنوعی کاربردهای زیادی در رشته های مختلف علوم پیدا کرده است. باید توجه نمود که بیشتر پیشرفتها در شبکه های عصبی مصنوعی به ساختارهای نوین و روش های یادگیری جدید مربوط می شود. همچنین درسالهای اخیر شبکه های عصبی مصنوعی فراوانی در شاخه های مختلف مهندسی به کار گرفته شده اند. در زمینه مهندسی سازه، شبکه هایی چون انتشار برگشتی یا پس انتشار خطا و انتشار متقابل[1] در محدوده تحلیل سازه، طراحی سازه و بهینه سازی سازه به کار برده شده اند.

در این پایان نا مه، یک شبکه عصبی جدید که در این اواخر بدلیل ویژگیهای خاص آن کاربرد بسیار زیادی در علوم مختلف داشته است، تحت عنوان شبکه عصبی مصنوعی تابع بنیادی شعاعی[2] مطرح می شود.

---

[1] - Counter- propagation

[2] - Redial basis function network

فصل سوم

کنترل فعال سازه ها

- کنترل سازه
- سیستمهای کنترل سازه
- سیستم های کنترل
- دینامیک سازه های کنترل شده
- روشهای کنترل فعال سازه ها
- روند تغییر سختی لحظه ای
- سیستم های مرکب فعال- غیر فعال
- کنترل با استفاده از جرم های فعال میراگر تنظیم شونده
- نکاتی در مورد تحلیل و طراحی سیستمهای کنترل
- حل سیستمهای کنترل در فضای حالت
- بررسی خطا
- سیستم کنترل بهینه
- استفاده از شبکه عصبی در فرآیند بهینه
- تاخیر زمانی

3-۱ کنترل سازه

تکنیک معمول برای طراحی سازه دربرابر نیروهای خارجی وارده به سازه همانند زلزله، مقاوم سازی اعضا آن می باشد . به هرحال این بهسازی منجر به افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش جرم ودر نهایت باعث افزایش اثر نیروی زلزله می شود . یک سازه طراحی شده به این روش ممکن است در برابر زلزله های پرشدت دچار خساراتی در اعضا خود ویا حتی خسارت به اعضا غیر سازه ای بشود .
اخیرا گسترش کنترل ارتعاشات سازه به صورت فعال و غیر فعال وکاربری آنها در بهسازی سازه در برابر زلزله های وارده مورد توجه و بازنگری قرار گرفته است . تکنیک کنترل فعال وغیر فعال سازه جدیدترین روش جهت بهبود رفتارسازه در مقابل نیروهای غیر متعارف همانند زلزله و باد می باشد .
در این راستا محققین استفاده از وسایل وابزارآلات ابتکاری کنترل، همانند میراگرهای فعال، جداکننده های پایه، دستگاههای فرعی آیرودینامیکی و... را برای کاهش پاسخ های دینامیکی سازه ها ونیز فراهم نمودن تسهیلاتی برای مقابله با بارهای باد وزلزله، پیشنهاد می کنند .

۳-۲ سیستمهای کنترل سازه

سیستمهای کنترل سازه به دو نوع کنترل فعال[1] و کنترل غیر فعال[2] تقسیم می گردند . در سیستمهای کنترل غیر فعال روند کنترل با تغییر نیروهای وارده به سازه و تغییر مکان طبقات سازه هیچ تغییر نمی کند و کارکرد و روند این سیستم جدا از مشخصات و مقادیر نیروهای ورودی ونیزوضعیت موجود سازه است . ولی در سیستمهای کنترل فعال فرآیند کنترل بسته به مشخصات نیروهای ورودی ومقادیرآنها ونیز تغییر حالت سازه تغییرمی یابد ودرهرلحظه که تغییری در وضعیت موجود سازه ونیز مقادیرنیروهای ورودی ایجاد شود ، نیروهای کنترل طوری تغییر داده می شودکه پاسخ سازه درمقابل آن نیروها حداقل گردد . دستگاهها وسیستمهای مستهلک نمودن انرژی غیر فعال سازه همانند میراگرهای مایع[3] میراگرهای جرم غیر فعال[4] میراگرهای اصطکاکی[5]وجداکننده های پایه ای برای حفاظت سازه در برابر زلزله توجه قابل ملاحظه ای را به خود جلب کرده است .

۳-۲-۱ کنترل فعال سازه ها

در سالهای اخیر سیستمهای کنترل فعال نظر اکثر محققان را به خود جلب کرده است .با استفاده از سیستمهای کنترل فعال برای مقابله با نیروهای جانبی باد وزلزله می توان از افزلیش وزن سازه ها در

1- Active control
2- Non Active control
۳ - Liquid damper
4- Passive tuned mass damper
5- Friction damper