



جلسه دوم

شبکه های عصبی

استاد: محمد باقر منهج



موضوعات

• فصل اول

- مقدمه
- معنای شبکه های عصبی
- انگیزه های بیولوژیکی
- تشابهات و انتظارات
- تاریخچه و کاربرد

• فصل دوم

- مدل ریاضی نرون
- مدل تک ورودی و چند ورودی
- ساختار شبکه های عصبی: شبکه های یک و چند لایه



فصل ۱

مقدمات



مقدمه

- وجود مسائلی بدون راه حل یا به سختی قابل حل
 - حرکت از تحقیقات صرفا تئوری به تحقیقات کاربردی
- توسعه تئوریک سیستمهای دینامیکی هوشمند مدل آزاد مبتنی بر داده های تجربی
 - شبکه های عصبی جزو این دسته از سیستمهای دینامیکی
- استخراج دانش نهفته در داده ها
- به این سیستمها **هوشمند** گویند ، چرا که بر اساس محاسبات روی داده های عددی یا مثال ها ، قوانین کلی را فرا می گیرند. این سیستم ها در مدلسازی ساختار نرو-سیناپتیکی مغز بشر می کوشند.
- عدم کفایت دانش موجود بشر از فیزیولوژی عصبی
 - **مغز بشر دست نیافتنی است**
- هنگام صحبت از شبکه های عصبی مصنوعی تعیین حدود انتظارات، امکانات و شباهتها ضروری است



معنای شبکه های عصبی

- مغز سیستمی پیچیده دارای پردازش اطلاعات با ساختار موازی
- ۲ درصد وزن بدن، مصرف بیش از ۲۰ درصد کل اکسیژن بدن
- جمع آوری و محاسبه حجم عظیمی از اطلاعات و سیگنالها هنگام فهم این مطالب در جریان است
- محاسبات مغز در ساختاری کاملاً مغایر با ساختار کامپیوترهای امروزی
- **مغز اجتماعی از نرونها**
- هر نرون بیولوژیکی دارای
 - پیچیدگی یک میکروپروسسور
 - سرعت محاسباتی به مراتب کمتر از میکروپروسسور
 - امکان ذخیره اطلاعات در خود و ارتباطات میان نرونها
- **یادگیری** در واقع ایجاد ارتباطات جدید میان نرونها و تنظیم ارتباطات موجود



معنای شبکه های عصبی

- نرونهاى شبکه مصنوعى

- جزیی از یک برنامه کامپیوتری یا تراشه های نیمه هادی
- سرعتی بسیار بالاتر از نرون بیولوژیکی (۱,۰۰۰,۰۰۰ برابر)
- ولی فقط دارای کسری از توانایی بالای نرونهاى بیولوژیکی

چرا؟؟؟؟

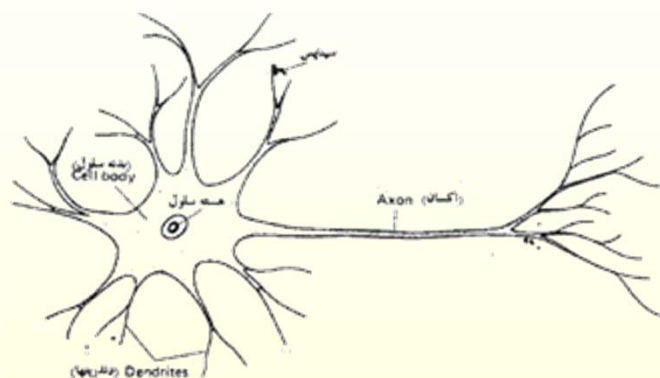
- در این درس

- آشنایی با شبکه ای کوچک از نرونهاى مصنوعى ساده که برای حل مسائل پیچیده آموزش پذیر هستند
- مسئله پیچیده = یادگیری نگاشتها
- شبکه های عصبی تقریب زنهاى جهانی توابع هستند.



انگیزه های بیولوژیکی

- مغز دارای 10^{11} نرون با 10^{16} ارتباط میان آنها
- تعداد ارتباطات به مراتب کمتر از تعداد یالهای گراف مرتبه کامل
- اجزای نرون
- نرونهای حسی، محرک و ارتباطی
- نکات مهم در محاسبات نرونی
- ترتیب نرونها و شدت سیناپسهای میان نرونها



شکل ۱-۱. نواحی اصلی یک سلول عصبی بیولوژیک

- ساختارهای عصبی در خلال یادگیری به وجود آمده و از بین می روند



تشابهات

- بلوکهای ساختاری در هر دو شبکه مصنوعی و بیولوژیکی دستگاههای محاسباتی خیلی ساده ای هستند.
- نرونهاى مصنوعى از سادگى بیشترى برخوردارند.
- ارتباطهای بین نرونها عملکرد شبکه را تعیین می کند.
- دارای ساختار موازی

هدف اصلی این درس **تعیین ارتباطهای مناسب جهت حل مسائل مشخص** می باشد.



انتظارات

(۱) قابلیت یادگیری

- شبکه عصبی سیستم کاملاً پیچیده و غیرخطی
- توزیع خاصیت پردازش غیرخطی در کل شبکه
- چنین سیستمی بدون قابلیت یادگیری با افزوده شدن یک مثال جدید توانایی خود را از دست می دهد.

- قابلیت یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه (وزنهای سیناپتیکی) در مسیر زمان که محیط شبکه تغییر می کند و شبکه شرایط جدید را تجربه می کند، با این هدف که شبکه بتواند با آموزش مختصر برای شرایط جدید نیز کارآمد باشد.



انتظارات

(۲) پراکندگی اطلاعات

- پردازش اطلاعات به صورت متن
- هر نرون متاثر از فعالیت سایر نرونها (هر وزن مربوط به همه ورودیها)
- اگر بخشی از نرونها شبکه حذف شوند یا عملکرد غلط داشته باشند، باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد.

(۳) قابلیت تعمیم

- آموزش شبکه با مثالهای اولیه
- ارائه خروجی مناسب در مقابل ورودیهای آموزش داده نشده
- فرایند درونیابی
- شبکه تابع را یاد می گیرد، الگوریتم را می آموزد و یا رابطه تحلیلی مناسبی برای نقاطی در فضا به دست می آورد.



انتظارات

(۴) پردازش موازی

- پاسخ همزمان سلولهای قرار گرفته در یک تراز به ورودیهای آن تراز
- افزایش سرعت پردازش
- توزیع وظیفه پردازش بین پردازنده های کوچکتر مستقل

(۵) مقاوم بودن

- رفتار مستقل هر سلول
- تصحیح خطاهای محلی در یک روند همکاری
- افزایش قابلیت مقاوم بودن (تحمل پذیری خطا) در سیستم



تاریخچه

- دیدگاه جدید شبکه های عصبی در دهه ۴۰ با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوت و والتر پیتز انجام شد.
- دونالد هب، ادامه راه پاولف در شرط گذاری کلاسیک به عنوان خواص نرونها
- در ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون توسط روزنبلات معرفی گردید. این شبکه قادر به شناسایی الگوها بود.
- در ۱۹۶۰ توسط ویدرو (دانشگاه استنفورد) شبکه عصبی تطبیقی خطی آدالاین با قانون یادگیری جدید بوجود آمد که از لحاظ ساختار شبیه شبکه پرسپترون بود.
- در ۱۹۶۹ مینسکی و پاپرت کتابی نوشتند که محدودیتهای سیستمهای تک لایه و چند لایه پرسپترون را تشریح کردند
- در ۱۹۷۲، تئو کوهونن و جیمز اندرسون به طور مستقل شبکه های عصبی جدیدی با کارکرد عناصر ذخیره ساز مطرح شدند.



تاریخچه

- دهه ۸۰ رشد تکنولوژی میکروپروسورها و روند صعودی تحقیقات روی شبکه عصبی
- ایده شبکه های بازگشتی با جان هاپفیلد ۱۹۸۲
- الگوریتم پس انتشار خطا توسط راملهارت و مکلدن ۱۹۸۶
-

جایگاه شبکه های عصبی در آینده؟؟؟؟؟



کاربردها

- طبقه بندی، شناسایی و تشخیص الگو
- پردازش سیگنال
- پیش بینی سریهای زمانی
- مدلسازی و کنترل
- بهینه سازی
- سیستمهای خبره و فازی
- مسائل مالی و بیمه
- ساخت وسایل صنعتی و امور حمل و نقل
- پزشکی



کاربردهای شبکه های عصبی در پزشکی

- شبکه های عصبی برای مشکلات بیو مدیکال برنامه های کاربردی گسترده ای در آینده ارائه خواهند کرد و در حال حاضر به طور موفقیت آمیز در زمینه های مختلف زیر به کار رفته اند.
- سیستمهای تشخیص
- آنالیز های شیمی-پزشکی
- آنالیز تصویر
- پیشرفتهای دارویی



سیستمهای تشخیص

- به طور عادی برای کشف سرطان و مشکلات قلبی کاربرد دارند. مزایای استفاده از ANN ها این است که تحت تاثیر عوامل خستگی، شرایط کاری و موقعیت های عاطفی قرار نمیگیرند.

- تشخیص سرطان سینه
- بررسی سیگنال EEG برای تشخیص مراحل خواب
- تشخیص بیماری سل
- تشخیص هوشمند بیماری دیابت



آنالیز های شیمی - پزشکی

- در پزشکی برای آزمایش خون،
- نمونه ادرار ،
- سطوح شیارهای گلوکز در دیابتیک ها،
- تعیین سطوح در مایعات بدن ،
- تعیین شرایط پاتولوژی مثل سل



آنالیز تصویر

- در آنالیز تصاویر پزشکی با کیفیت های متفاوت و متنوع به کار گرفته میشود. برنامه های کاربردی در این زمینه شامل
- کشف تومور در Veltra-Sonogram ،
- دسته بندی X-Ray های سینه ،
- دسته بندی بافت و ماهیچه در MRI
- تعیین شکل استخوان بندی از عکسهای X-Ray
- تعیین بلوغ مغزی



پیشرفتهای دارویی و مدلسازی سیستم قلبی عروقی

- توسعه داروها برای درمان سرطان و ایدز
- پروسه مدل کردن بیومولکول ها
- مدل کردن آزمایشی سیستم قلبی- عروقی انسان. تشخیص می تواند به وسیله ساختن یک مدل از سیستم قلبی- عروقی یک شخص منحصر به فرد و مقایسه آن با داده های پزشکی که از بیمار گرفته شده بدست آید.
- مزایای چنین سیستم هایی میتواند چک شدن سریع و بدون درد بیماری های قلبی باشد. بنابراین بیماری در مراحل اولیه تشخیص داده میشود. البته در این سیستم نیاز به پزشکان رد نمیشود.
- آمیزش سنسورها در این روش ما را قادر میسازد تا روابط پیچیده میان مقادیر سنسورهای مجزا یاد گرفته شود (در صورت تحلیل شدن به صورت مجزا از بین خواهند رفت)



بویایی الکترونیکی

- به طور آزمایشی برای پیاده سازی بویایی الکترونیکی استفاده شده اند.
- بویایی الکترونیکی ظرفیت زیادی برای برنامه های کاربردی در پزشکی از راه دور دارد. بویایی الکترونیکی میتواند رایحه را در محیط های جراحی متحرک تشخیص دهد. این بوی تشخیص داده شده به صورت الکترونیکی به قسمت دیگر منتقل میشود تا به وسیله سیستم های باز تولید بو بازسازی شود. با توجه به این که حس بویایی اهمیت زیادی برای جراحی دارد بویایی از راه دور حایز اهمیت است.



شناخت الگو

- پاتولوژی یک تکنیک تصویرگری است که با طبیعت بیماری ها (تغییرات ساختاری و عملکردی در بافت ها) در ارتباط میباشد. احتیاج آن به رنگ و کیفیت، استفاده از تکنولوژی عکسهای دیجیتالی را برای اجرا دشوار میسازد.
- شناخت الگو یک ایده برای دسته بندی دادهای ورودی به کلاس های قابل شناسایی بوسیله خصوصیت مهم داده است. که این مشخصات این طرح از جزئیات بی ربط گرفته میشود.
- دلیل استفاده از شبکه های عصبی در شناخت الگو به خاطر توانایی آنها در یادگیری و ذخیره دانش است.



پزشک نمونه

- یک برنامه کاربردی که در اواسط سال ۱۹۸۰ تولید شد " یک نمونه پزشک "نامیده شد.
- به عنوان یک کمک اتوماتیک برای حافظه از شبکه های عصبی برای ذخیره تعداد زیادی از پروندهای پزشکی، که هر کدام از آنها شامل اطلاعاتی از علائم، تشخیص ها و درمان برای یک مورد بخصوص بود، استفاده شد.
- بعد از آموزش، شبکه میتواند با یک مجموعه از علائم بهترین تشخیص و درمان را ارائه دهد.

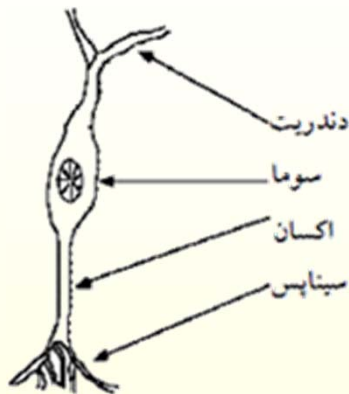


فصل ۲

مدل ریاضی نرون

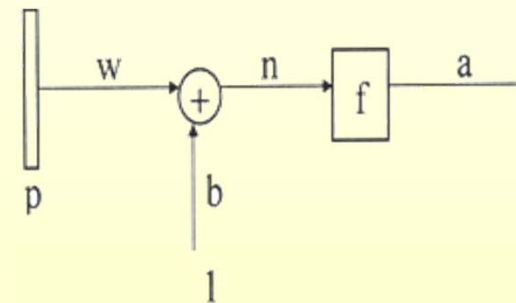


مدل تک ورودی



- W شدت سیناپس
- ورودی خالص n
- تابع تحریک f
- a سیگنال گذرنده از اکسون

$$a = f(WP + b)$$

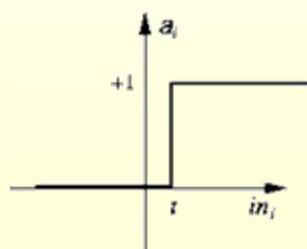


شکل (۱-۲): مدل نرون تک ورودی

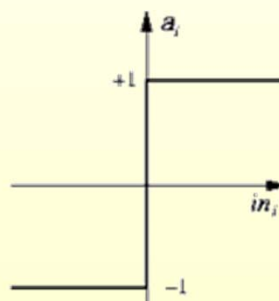


برخی توابع تحریک مرسوم نرون مصنوعی

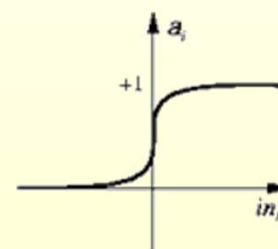
- خطی
- دو مقداره حدی
- زیگموئیدی



(a) Step function



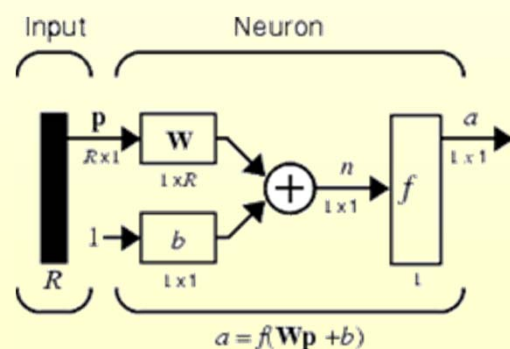
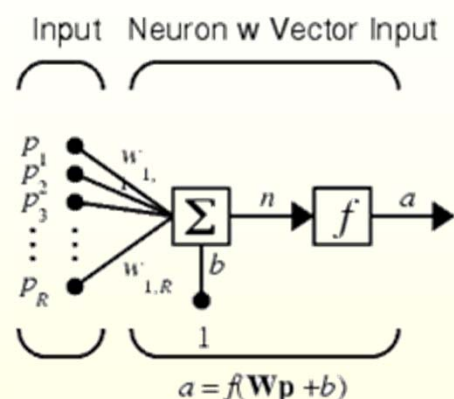
(b) Sign function



(c) Sigmoid function



مدل چند ورودی



- مدل کردن به فرم ماتریسی
- اندیس اول شماره خود نرون
- اندیس دوم نشان دهنده مبدا سیگنال ورودی نرون
- مثلاً W_{12} شدت سیناپس دومین عنصر ورودی به نرون اول را نشان میدهد.
- در حالت کلی، هر سطر ماتریس W متناظر با یک نرون است.

$$\underline{p} = [p_1, p_2, \dots, p_R]^T$$

$$W = [w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1R}]$$

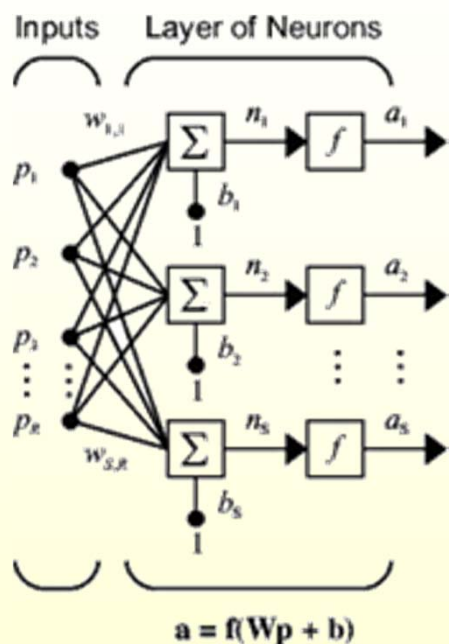


ساختار شبکه های عصبی

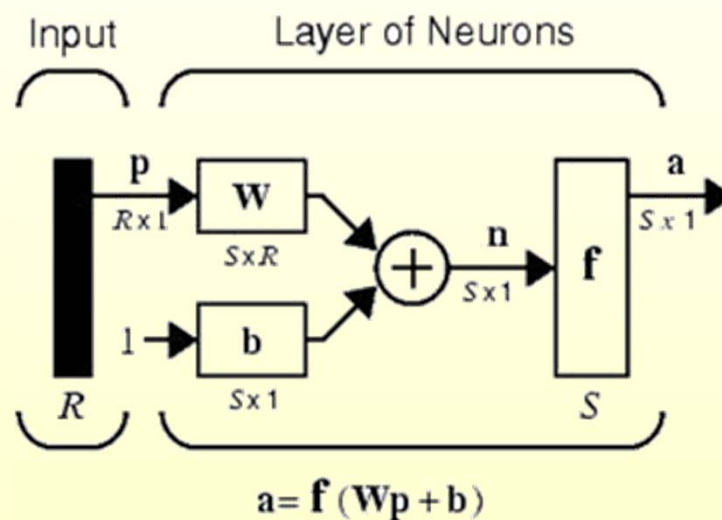
• شبکه تک لایه با S نرون و R ورودی

- مدل شبکه و فرم ماتریسی آن

- ماتریس W دارای S سطر و R ستون



$$W = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \dots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \dots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \dots & w_{S,R} \end{bmatrix}$$



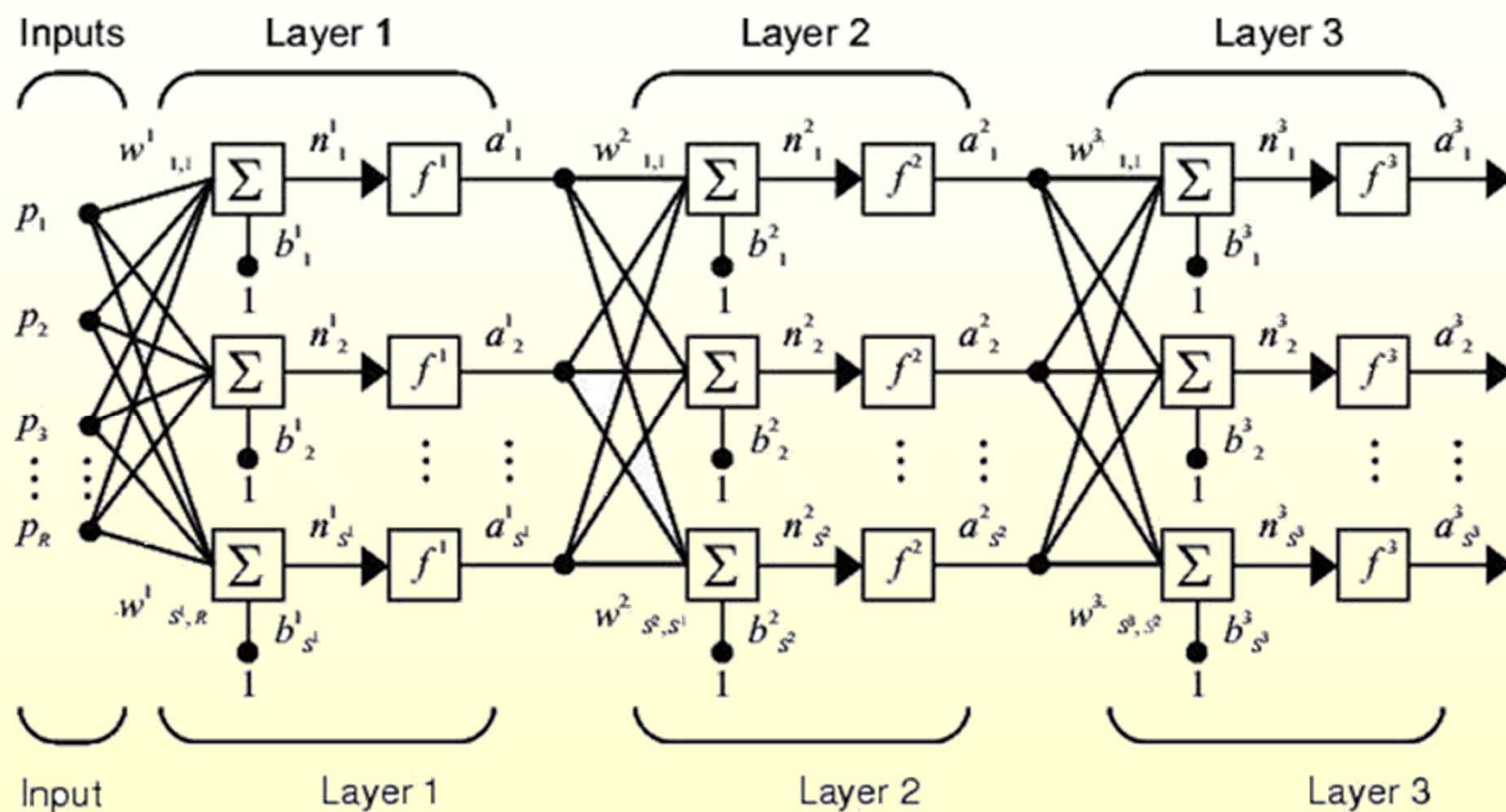


شبکه های چند لایه

- در شبکه تک لایه بردار ورودی توسط نرونهای لایه با رابطه $a=f(Wp+b)$ به بردار خروجی مرتبط می شوند.
- در شبکه های چند لایه، خروجی هر لایه به عنوان بردار ورودی برای لایه بعدی محسوب می شود.
- W^1, W^2, \dots به ترتیب ماتریس وزن لایه اول، دوم و را نشان می دهد.
- S^1, S^2, \dots به ترتیب تعداد نرونهای لایه اول، دوم و را نشان می دهد.
- f^1, f^2, \dots به ترتیب توابع تحریک لایه اول، دوم و را نشان می دهد.
- $\underline{n}^1, \underline{n}^2, \dots$ به ترتیب بردار ورودی خالص لایه اول، دوم و را نشان می دهد.
- $\underline{a}^1, \underline{a}^2, \dots$ به ترتیب بردار خروجی لایه اول، دوم و را نشان می دهد.
- $\underline{b}^1, \underline{b}^2, \dots$ به ترتیب بردار بایاس لایه اول، دوم و را نشان می دهد.

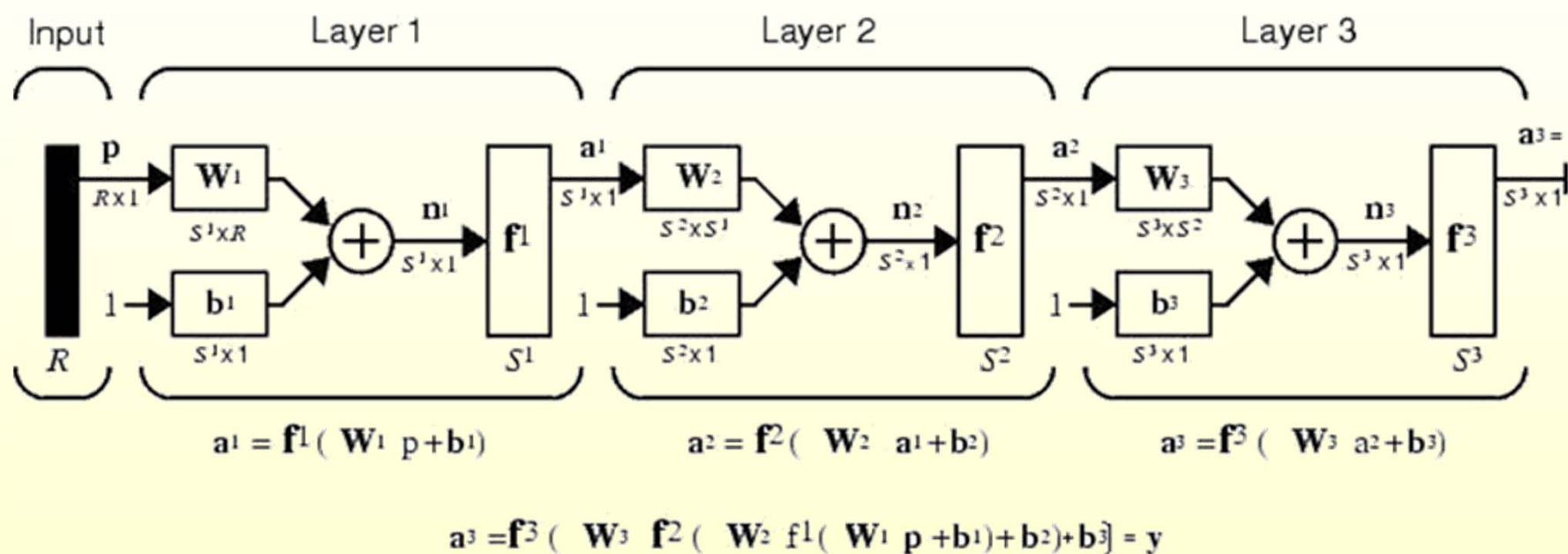


مثال: یک شبکه پیشخور ۳ لایه





مثال: یک شبکه پیشخور ۳ لایه





چند سوال

- (۱) تعداد عناصر بردار ورودی (R) چگونه مشخص می شود؟
- (۲) یک نرون چه نوع تابع ورودی-خروجی را نمایندگی می کند؟
- (۳) آیا می توان بردار ورودی P را به عنوان یک لایه در نظر گرفت؟
- (۴) آیا تعداد عناصر بردار ورودی R و تعداد نرونهای S می توانند با هم برابر نباشند؟
- (۵) آیا همه نرونهای موجود در یک لایه باید دارای توابع تحریک یکسان باشند؟
- (۶) آیا می توان در لایه های مختلف، توابع تبدیل مختلف داشت؟