4^{th} Lecture

Mohammed Chachan Younis

(*) أستاذ مساعد، قسم الذكاء الاصطناعي ، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.

أهداف واستخدامات الشبكات العصبية الاصطناعية:

- التحكم (Control) تحسين أداء الأنظمة الذكية مثل الروبوتات وأنظمة القيادة الذاتية.
- الطب (Medical) تشخيص الأمراض، تحليل صور الأشعة، والتنبؤ بالحالات الصحية.
- العمل (Business) تحليل البيانات، التنبؤ بالسوق، واتخاذ القرارات الذكية.
- إنتاج الكلام (Speech Production) توليد الصوت البشري وتحسين تقنيات المساعدات الصوتية.
- تمييز الكلام (Speech Recognition) التعرف على الكلام البشري لتحسين التفاعل مع الآلات.
- معالجة الإشارات (Signals Processing) تحسين جودة الصوت والصورة وإزالة الضوضاء.
- التعرف على الأنماط (Patterns Recognition) التعرف على الوجوه، والتواقيع، والخطوط في التطبيقات الأمنية والتجارية.

تحديد خصائص الشبكة العصبية:

تحتوي الشبكة العصبية على عدد من الخلايا وعلى عدد من الروابط بين هذه الخلايا، وكل ربط من هذه الروابط له قيمة تمثل الوزن، والأوزان تمثل الخبرة الموجودة في الشبكة، وكمبادئ أساسية تتحدد خصائص الشبكة بمقدار الاتصالية (Connectivity)، أنواع الربط، تنظيم الربط ومدى الوزن. ويقصد بالاتصالية كيفية صياغة الربط الداخلي لتحديد عدد الطبقات وعدد العقد في كل طبقة. والطبقات ثلاثة أنواع:

طبقة الإدخال (Input Layer): تسمى العقد الموجودة في هذه الطبقة بوحدات الإدخال والتي تمثل الحالة التي تصل للشبكة من أجل معالجتها، حيث توجد لكل حالة إدخال قيمة توصف بها.

الطبقة المخفية (Hidden Layer): هذه الطبقة غير منظورة، وتعطي صفة اللاخطية.

طبقة الإخراج (Output Layer): تسمى العقد الموجودة في هذه الطبقة بوحدات الإخراج والتي تمثل قيمة تعبر عن الحالة الخارجة.

تكون الشبكات العصبية إما أمامية أو عكسية، وهذا يعتمد على شكل الربط الداخلي للشبكة، ففي الشبكات الأمامية تؤدي جميع خطوط الربط إلى اتجاه واحد من طبقة الإدخال إلى طبقة الإخراج، أما في الشبكات العكسية فيوجد خطوط عكسية للربط أو قد تكون بشكل دوائر مغلقة (Loop).

توابع التحويل أو التنشيط الشائعة (Common Activation Function):

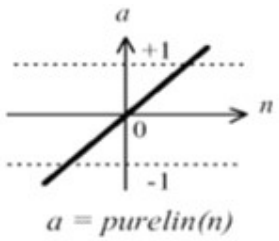
Mohammed Chachan Younis

تتضمن العملية الأساسية في خوارزميات التعليم جمع إشارات الإدخال المضروبة بالأوزان ثم تطبيق تابع التنشيط (التفعيل) الذي يحد من خرج العصبون والذي يجب أن يمتلك الخواص الآتية:

- أن يكون تابعا مستمراً.
- أن يكون قابلاً للاشتقاق ومشتقه سهل الحساب.
- أن يكون انسيابياً غير متناقص.

ولابد من استخدام توابع تنشيط معينة في خوارزميات التعليم، وهذه بعض أنواع توابع التنشيط:

تابع دالة التفعيل الخطية(Purelin): يستخدم هذا التابع في العصبونات المستخدمة في المرشحات التلاؤمية الخطية.



$a = purelin(n)$

- المحور الأفقي :(n) يمثل الإدخال.
- المحور العمودي :(a) يمثل الإخراج.
- الخط الأسود المائل يمثل العلاقة بين الإدخال والإخراج، حيث تكون العلاقة خطية بدون أي قيود.
- الدالة تأخذ أي قيمة إدخال n وتعطي نفس القيمة كإخراج، أي

$$n = purelin(n) = a$$

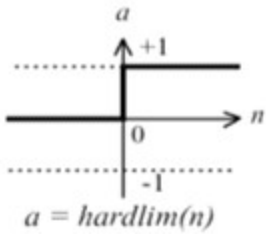
- هذا يعني أن المخرجات غير محدودة، على عكس بعض دوال التفعيل الأخرى مثل Sigmoid أو ReLU التي تقيد النطاق.

استخدامها في الشبكات العصبية:

غالبًا ما تُستخدم في الطبقات النهائية من الشبكات العصبية عندما يكون الإخراج مطلوبًا أن يكون غير محدود أو خطيًا، مثل المسائل التنبؤية والانحدار.

Mohammed Chachan Younis

تابع دالة التفعيل الحدية الصلبة(Hard Limit - Hardlim) : يحد هذا التابع من خرج العصبون بحيث يصبح الخرج مساوياً الواحد إذا كان الدخل أكبر أو مساويا الصفر ويصبح الخرج مساوياً الصفر إذا كان الدخل أصغر من الصفر. وهي دالة تُستخدم في الشبكات العصبية، خاصة في تصنيف البيانات الثنائية.



خصائص الدالة:

- المحور الأفقي :(n) يمثل الإدخال.
- المحور العمودي :(a) يمثل الإخراج.
- **طريقة عملها:**
  - إذا كان $0 \leq n$ فإن الإخراج $a = 1$.
  - إذا كان $0 > n$ فإن الإخراج $a = 0$.
  - يمكن تمثيلها رياضياً كما يلي:

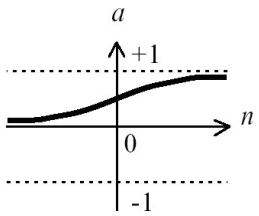
$$\left.\begin{matrix} \text{if } n \geq 0 & ,1 \\ \text{if } n < 0 & ,0 \end{matrix}\right\} = a$$

استخداماتها:

- تُستخدم في الخلايا العصبية الإدراكية (Perceptron) لاتخاذ قرارات ثنائية.
- تُعتبر دالة غير مستمرة لأنها تغير قيمتها فجأة عند n = 0
- تُستخدم في التطبيقات التي تتطلب تصنيف البيانات إلى فئتين فقط، مثل كشف الأنماط واتخاذ القرارات الثنائية.

Mohamad Jahan Younis

تابع دالة التفعيل اللوجستية (Log-Sigmoid): يأخذ هذا التابع قيم الدخل المحصورة بين ∞ ـ و ∞ + ويجعل الخرج محصورا بين (1) و(0) وهو أكثر التوابع استخداماً بسبب سهولة اشتقاقه وكثرة أنواعه.



$a = logsig(n)$

خصائص الدالة:

- **المحور الأفقي (n):** يمثل الإدخال.
- **المحور العمودي (a):** يمثل الإخراج.
- القيم التي تنتجها الدالة محصورة بين **0 و 1**.
- الصيغة الرياضية للدالة هي: $$a = \frac{1}{1 + e^{-n}}$$
- عندما يكون **n كبيرًا جدًا**، تقترب القيمة من 1.
- عندما يكون **n صغيرًا جدًا**، تقترب القيمة من 0.
- عند $n = 0$، تكون قيمة $a = 0.5$.

استخداماتها:

1. تُستخدم في تصنيف البيانات الثنائية، حيث يمكن اعتبار القيم القريبة من 1 تنتمي إلى فئة، والقيم القريبة من 0 تنتمي إلى فئة أخرى.
2. تُستخدم في الشبكات العصبية العميقة، ولكن تم استبدالها بدوال أخرى مثل ReLU بسبب مشكلة تلاشي التدرج (Vanishing Gradient Problem). تلاشي التدرج هو مشكلة شائعة في تدريب الشبكات العصبية العميقة، حيث تصبح القيم المشتقة (التدرجات) صغيرة جدًا أثناء عملية الانتشار العكسي(Backpropagation) ، مما يؤدي إلى بطء أو توقف تحديث الأوزان في الطبقات العميقة، وبالتالي عدم قدرة النموذج على التعلم بشكل فعال.
3. تُستخدم في نظم اتخاذ القرار، مثل التنبؤ بالاحتمالات.

Mohammed Ch Younis

عيوبها:

1. تعاني من **تشبع القيم (Saturation)**، مما يجعل التدريب بطيئًا عند القيم الكبيرة والصغيرة جدًا حيث تقترب المشتقة من الصفر. هذا يعني أن التدرج في خوارزمية الانتشار العكسي (Backpropagation) يصبح ضعيفًا، مما يؤدي إلى تحديثات صغيرة جدًا للأوزان. ومع مرور الوقت، يتوقف النموذج عن التعلم أو يصبح تدريبه بطيئًا جدًا.
2. يمكن أن تؤدي إلى **مشكلة تلاشي التدرج**، مما يجعل التدريب العميق صعبًا.

<u>البنية المعمارية للشبكات العصبية:</u>

معمارية الشبكة العصبية الاصطناعية هي الطريقة التي ترتبط بها العصبونات مع بعضها البعض لتشكيل الشبكة، وهذا يرتبط بخوارزمية التدريب. أي أن ترتيب العصبونات في الطبقات وشكل الترابطات ضمن أو بين الطبقات يدعى بالبنية الهندسية أو هيكلية الشبكة العصبية، ويعتبر التفعيل لطبقة الدخل في الشبكات العصبية هو إشارة الدخل القادمة من الوسط الخارجي.

<u>تصنف الشبكات العصبية حسب عدد طبقاتها إلى:</u>

أولاً: الشبكة ذات الطبقة الواحدة الأمامية

ثانياً: الشبكة ذات الطبقات المتعددة الأمامية

ثالثاً: الشبكات ذات التغذية الخلفية

<u>طرق تعليم الشبكة العصبونية:</u>

تتعلم الشبكة عن طريق إعطائها مجموعة من الأمثلة التي يجب أن تكون مختارة بعناية لأن ذلك سيساهم في سرعة تعلم الشبكة، ومجموعة الأمثلة هذه تسمى فئة التدريب.

<u>وتنقسم طرق تعليم الشبكة العصبية إلى قسمين رئيسين حسب فئة التدريب التي تعرض على الشبكة:</u>

- *التعليم المراقب (بواسطة معلم) Supervised Learning of ANN's*:

تقوم كل طرق التعليم أو التدريب بواسطة معلم للشبكات العصبية الاصطناعية على فكرة عرض البيانات التدريبية أمام الشبكة على هيئة زوج من الأشكال وهما الشكل المدخل (Input) والشكل المستهدف (Target).

- *التعليم غير المراقب (بدون معلم) Unsupervised Learning of ANN's:*

في هذه الطريقة تكون فئة التدريب عبارة عن متجه المدخلات فقط دون عرض الهدف على الشبكة، وتسمى هذه الطريقة بالتعليم الذاتي حيث تبني الشبكات العصبية الاصطناعية أساليب التعليم على أساس قدرتها على اكتشاف الصفات المميزة

Mohammed Chachan Younis

لما يعرض عليها من أشكال وأنساق وقدرتها على تطوير تمثيل داخلي لهذه الأشكال وذلك دون معرفة مسبقة وبدون عرض أمثلة لما يجب عليها أن تنتجه. وهذا عكس المبدأ المتبع في أسلوب التعليم بواسطة معلم.

خوارزميات تعليم الشبكة:

تمثل الأوزان المعلومات الأولية التي ستتعلم بها الشبكة، لذا لا بد من تحديث الأوزان خلال مرحلة التدريب، ومن أجل هذا التحديث تستخدم عدة خوارزميات مختلفة حسب نوع الشبكة. من أهم هذه الخوارزميات خوارزمية الانتشار العكسي (Algorithm Back Propagation) التي تستخدم في تدريب الشبكات العصبونية كاملة الارتباط وذات التغذية الأمامية ومتعددة الطبقات وغير الخطية. وتعتبر هذه الخوارزمية تعميم لطريقة التدريب بنمط تصحيح الخطأ. ويتم تنفيذ هذه الخوارزمية من خلال مرحلتين رئيسيتين هما:

- مرحلة الانتشار الأمامي (Feed Forward Propagation).
- مرحلة الانتشار العكسي (Feed Backward Propagation).

إنشاء الشبكة (Network Creation):

إن أول خطوة في تدريب الشبكة هو إنشاء الشبكة وذلك باستخدام عدة توابع، كل تابع مخصص لإنشاء أحد أنواع الشبكات العصبونية ذات الصفات المتميزة، ولأجل إنشاء شبكة أمامية فسوف يتم استعمال التابع (newff) الذي يحتاج إلى أربعة محددات دخل وهي:

- مصفوفة تحتوي على القيم الصغرى والعظمى لكل عنصر من عناصر شعاع الدخل، ويمكن أن يستعاض عنها بـ(minmax) الذي يقوم بتحديد أصغر وأكبر قيمة في مجال الدخل.
- مصفوفة تحتوي على عدد العصبونات في كل طبقة من طبقات الشبكة.
- مصفوفة تحتوي على أسماء توابع التفعيل لكل طبقة.
- اسم تابع التدريب المستخدم.

Ex.: network1=newff([0 5],[10,6,2],{tansig,logsig,purlin}, traingd)

إن هذه التعليمة تقوم بإنشاء شبكة أمامية ذات الإنتشار العكسي، حيث يقع مجال الدخل بين القيمتين (5 ، 0). وتتألف هذه الشبكة من طبقتين خفيتين وطبقة خرج. الطبقة الخفية الأولى تحوي عشرة عصبونات بينما الطبقة الخفية الثانية تحوي ستة عصبونات، أما طبقة الخرج فتتألف من عصبوني خرج، وتوابع التفعيل لهذه الطبقات هي (Tansig) للطبقة الخفية الأولى، و(Logsig) للثانية، و(Purlin) لطبقة الخرج. أما تابع التدريب المستخدم في هذه الشبكة فهو (Traingd).

Mohammed Chachan Younis