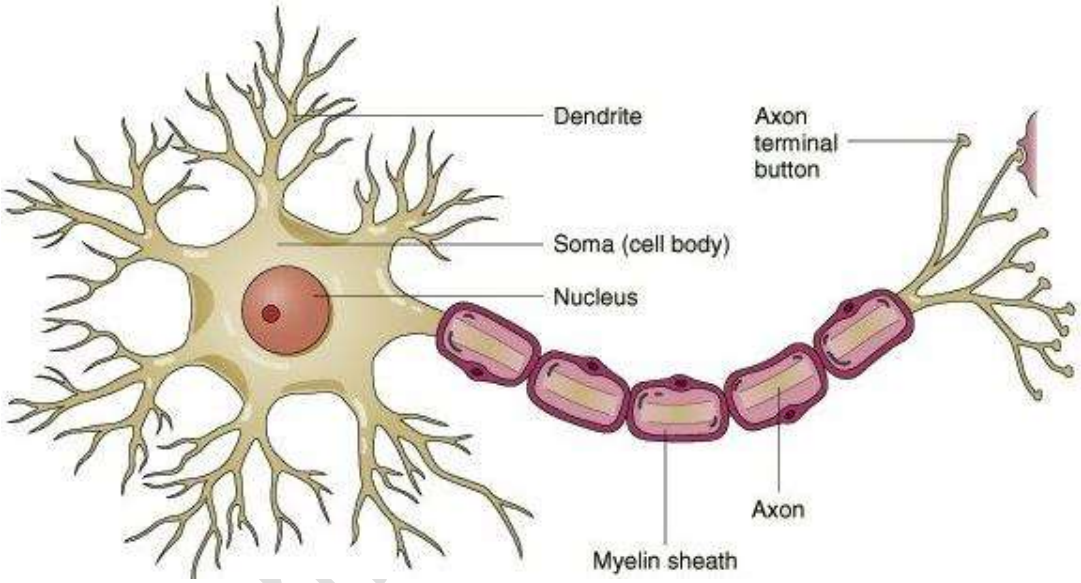
3rd Lecture

Mohammed Chachan Younis

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

الشبكات العصبية الاصطناعية ((Artificial Neural Networks (ANN)

الشبكات العصبية الاصطناعية: هي عبارة عن نظام لمعالجة البيانات بشكل يحاكي ويشابه الطريقة التي تقوم بها الشبكات العصبية الطبيعية للإنسان أو للكائن الحي (النظام العصبي البشري). وهي عبارة عن تطبيق ونظريه رياضية تصف كيف يتم العمل في الخلية العصبية الطبيعية للإنسان. تحتوي الشبكة العصبية (Neural Network) على عدد كبير من أنظمه صغيره لمعالجة المعلومات تسمى الخلية العصبية أو العصبون (Neuron). وهنا يتم تبادل الإشارات العصبية من خليه إلى خليه أخرى في الجهاز العصبي الطبيعي، أي في الشبكة العصبية الطبيعية، كما موضح في الشكل الآتي صورة تمثل خلية عصبية، وهي الوحدة الأساسية في الجهاز العصبي. وباختصار، تعمل هذه الخلية على استقبال الإشارات العصبية ومعالجتها ثم نقلها بسرعة وكفاءة إلى خلايا أخرى داخل الجسم، مما يساعد في أداء الوظائف الحيوية مثل الحركة والإحساس والتفكير.



شكل يوضح وصف لخلية عصبية للإنسان.

تتكون الخلية العصبية الطبيعية من الأجزاء الرئيسية الآتية:

الجزء الأول: تفرعات (استطالات/تغصنات) الخلية العصبية (Dendrites):

وهي عبارة عن متحسسات (تشبه الفروع) تعمل على استقبال الإشارات العصبية من الخلايا العصبية الأخرى. وهنا نتخيل أن الخلية العصبية الطبيعية التقطت حرارة مرتفعة أو بروده فإن مجموعه من خلايا جلد الإنسان تعمل على تحويل العملية الكيميائية إلى إشارات عصبية يتم التقاطها من خلال هذه التفرعات.

الجزء الثاني: جسد أو جسم الخلية العصبية (Soma):

وهي تمثل جسم الخلية وتتحكم في أنشطة الخلية العصبية حيث تقوم بتجميع الإشارات المستقبلة من خلال الـ(Dendrites) التي تستخدم في المقارنة في جزء الـ(Axon) من الخلية. ويحتوي هذا الجزء على النواة (Nucleus) وهي الجزء الأساسي في جسم الخلية العصبية حيث تلعب دورًا مهمًا في تنظيم وظائف الخلية العصبية فهي تعمل كـ "مركز قيادة" للخلية العصبية، حيث تتحكم في وظائفها الأساسية وتحافظ على استقرارها لضمان نقل الإشارات العصبية بكفاءة:

1. تتحكم في نشاط الخلية: تنظم العمليات الحيوية داخل الخلية العصبية، مثل إنتاج البروتينات والإنزيمات الضرورية لوظيفتها.
2. تحمل المادة الوراثية (DNA): تحتوي على المعلومات الجينية التي تحدد كيفية عمل الخلية العصبية ونموها وإصلاحها.
3. تساهم في إنتاج النواقل العصبية: تنظم تصنيع المكونات التي تدخل في إنتاج النواقل العصبية (Neurotransmitters)، وهي المواد الكيميائية التي تنقل الإشارات بين الخلايا العصبية.
4. تحافظ على استقرار الخلية: تضمن استمرارية عمل الخلية العصبية من خلال التحكم في عمليات الانقسام والتجدد عند الحاجة.

الجزء الثالث: المحور العصبي للخلية (Axon):

وهي الجزء الذي ينقل الإشارات العصبية من جسم الخلية إلى الخلايا الأخرى التي تلي الخلية الحالية (وهنا يحدث العمل). فلو تخيلنا أن عدد الشحنات المجمعة من خلال الـ(Soma) أصبح كافي بدرجه معينه تكافئ درجة الشحنات في الـ(Axon) فسوف يتم إرسال إشارات الـ(Dendrites) للخلايا التي تلي الخلية الحالية. وكمثال تحسس الحرارة العالية فإن الحرارة تتحول إلى عدد من الشحنات العصبية في خلايا الجلد، وخلايا الجلد تمرر الإشارة إلى الخلية العصبية، والخلية العصبية تحت المنطقة المتعرضة للحرارة تحسست عدد كبير من الشحنات العصبية وتم تجميع هذه الإشارات في الخلية، وعدد الإشارات المستلمة كبير بشكل أنه يكافئ درجة الحرق، فإن الخلية ترسل إشارة للخلية التي تليها لكي تنقل المعلومة إلى العقل.. وهناك يتم فهم أنه يوجد حرق في المنطقة المتعرضة لدرجه حرارة عالية.

الجزء الرابع: الغلاف الميليني (Myelin Sheath):

وهو طبقة دهنية تحيط بالمحور العصبي (Axon) وتساعد في تسريع نقل الإشارات.

الجزء الخامس: نهاية المحور العصبي (Axon Terminal Button):

يقوم هذا الجزء بإرسال الإشارات العصبية إلى الخلايا العصبية الأخرى عبر المشابك العصبية.

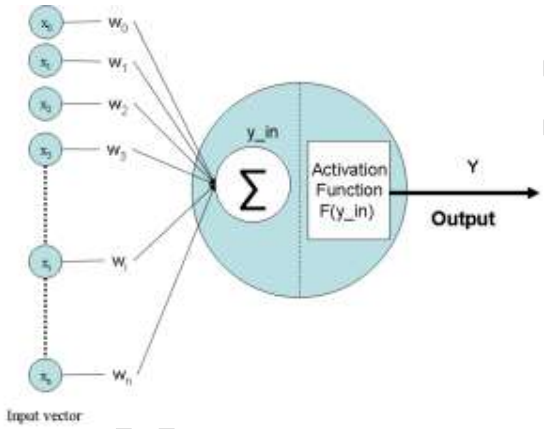
عليه اقترح علماء علم الحاسوب بناء نظام يحاكي العملية الموجودة في الخلية العصبية الطبيعية. فلو نظرنا للهيكل المبني في الشكل الآتي نجد أنه يتكون من:

Mohammed Chachan Younis

المدخلات (Input Vector): ويتم هنا تمثيلها بالرمز(X) كالآتي ($X_1, X_2, X_3, \ldots X_n$). ويمكن أن نتخيل أنها تمثل الـ(Dendrites) للخلية أي مجموعه الإشارات المدخلة للخلية، فإما يوجد إشارة أو لا يوجد إشارة.

قوى الأوزان (Weights): وهي تمثل درجه الوزن للإشارة المدخلة، ويمكن أن نتخيل أن الوزن للحرارة ألمرتفعه مثلاً (50) ووزن الحرارة المنخفضة بـ(3) ودرجه الحرارة الاعتيادية (27).

دالة (اقتران) التنشيط (Activation Function): هنا يكمن العمل الحقيقي للخلية العصبية، إذ يتم جمع الأوزان للإشارات المدخلة ومقارنتها بقيمة معينة للحد أو العتبة (Threshold)، فإذا كان مجموع أوزان الإشارات يزيد عن قيمة العتبة يحدث تحفيز لعمل الخلية أي تعطي نتيجة فتكون الإشارة المخرجة (1) أما إذا كان المجموع أقل من قيمة العتبة فيحدث تثبيط لعمل الخلية فيكون الناتج (0).



شكل يوضح وصف رياضي لخلية عصبية (عصبون).

ولتوضيح الشكل أعلاه نفرض لدينا العصبون (x) الذي يستقبل دخله من العصبونات (x_1, x_2, x_3) والتي فعاليتها (إشارة خرجها) هي (x_1, x_2, x_3) على التوالي. ولنرمز أيضا بـ(w_1, w_2, w_3) لأوزان الترابطات القادمة من العصبونات (x_1, x_2, x_3) إلى العصبون على الترتيب، ودخل العصبون (y) هو (y-in) وهو ناتج مجموع كل إشارة دخل مع الوزن المرفق لها حسب العلاقة:

$$y-in = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$$

أما فعالية (إشارة خرج) الـ(y) فتعطي العلاقة الآتية:

$$y = f(y-in)$$

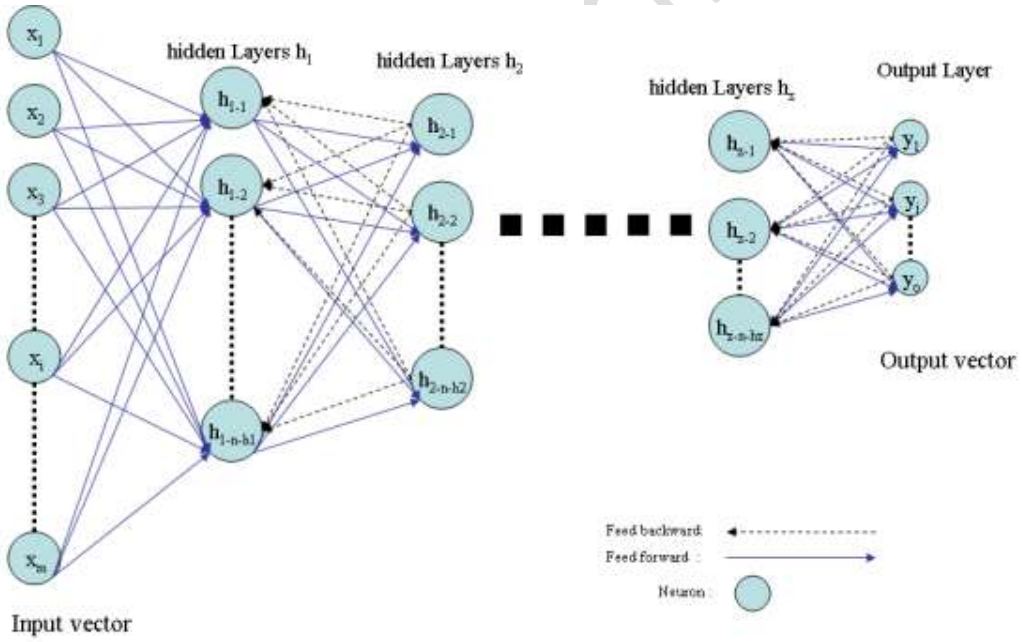
حيث: f هو تابع رياضي.

ولنفرض أن العصبون (y) مرتبط بعصبونات أخرى مثل (z_1, z_2) مع أوزان الترابطات الخاصة لها والتي نرمز لها (v_1, v_2).

إن قيمة الفعالية (z_1, z_2) بالنسبة للعصبونات (z_1, z_2) اعتمد على قيمة الإشارة القادمة من العصبونات الأخرى، ولكن حسب المثال أعلاه يوجد عصبون واحد فقط (y) حيث إشارته للعصبونات الأخرى إلى الوحدة (y) تدعى بالطبقة الخفية، وهذه الطبقة بالإضافة إلى تابع التفعيل غير الخطي المطبق عليها تعطي إمكانية أكبر في حل العديد من المشاكل والتي لا يمكن أن تحل باستخدام وحدات دخل وخرج فقط.

ملاحظة: إن وجود الطبقة الخفية قد يسبب صعوبة في التدريب (إيجاد القيم المثلى للأوزان) ولكن تكون مفروضة بسبب عدم قدرة الشبكات العصبية وحيدة الطبقة على حل مشاكل معينة والتي لا يمكن حلها إلا بوجود طبقات خفية.

وبتحويل الكلام السابق أعلاه لصيغة رياضية بسيطة يمكن أن نتخيل كل دائرة في الشكل الآتي هي عبارة عن خلية عصبية اصطناعية أو عصبون (Neuron) والتي باستخدامها نبني الشبكة العصبية الاصطناعية والتي ممكن أن تمثل هيكل مبني في ذاكرة جهاز الحاسوب أو الموبايل أو عبارة عن دائرة إلكترونية مبنية على لوح إلكتروني.



شكل يوضح وصف لشبكة عصبية اصطناعية