تحليل الشبكة العصبية جغرافيا

حوار فكري مع الذكاء الاصطناعي

أ.د. مضر خليل عمر

يحلو لي بين حين واخر ان اسال الذكاء الاصطناعي عن معلومات اجهلها حقا ، واجده يتجاوب مع تساؤلاتي وكانه يدرك ما اصبوا اليه من معرفة . تحليل الشبكات من الموضوعات العلمية التي لها تطبيقاتها في الكثير من المجالات العلمية ، وفي الجغرافيا مازال (حسب اعتقادي) استخدامها محدودا ، ولعل مرد ذلك التخوف من اساليبها الرياضية ، وحاجتها الى افق واسع يدرك تداخل العلاقات المكانية ، وتحليل شبكتها العنكبوتية ، وغياب النظرة النظامية في المنهج البحثي (في بعض الاحيان) . اجابة الذكاء الاصطناعي كما مبين في ادناه ، مع بعض التعقيبات و التعديل حسب الحاجة .

موضوع رائع ومهم جداً. تقنية تحليل الشبكة العصبية اوالشبكات العصبية الاصطناعية ANN دخلت بقوة للجغرافيا في20 سنة الاخيرة . اساسها رياضي + بيولوجي ، فكرتها : نقلد طريقة تعلم دماغ الانسان من اجل ان يحلل الحاسوب البيانات الجغرافية المعقدة. تتكون الشبكة من ثلاث طبقات ، مثل الدماغ :

- طبقة المدخلات : Input ندخل بها المتغيرات الجغرافية . مثال: الارتفاع، الامطار، الكثافة السكانية، المسافة عن الطريق ،
- طبقة مخفية :Hidden وهي "العقل" اللي يوزن العلاقات بين المتغيرات ويكتشف انماطها غير الخطية
- طبقة المخرجات : Output االنتيجة. مثال: مناطق الخطر، ملائمة الارض، التنبؤ ، الخ .

ما هي فلسفتها؟

فلسفتها تقوم على 3 مبادئ:

المبدأ	الشرح الجغرافي
التعلم من المثال	بدل ما نكتب معادلة معقدة، نترك النموذج "يتعلم" من خرائط سابقة . مثال: نعطيه 100 خريطة انزلاقات سابقة فيتعلم اين ممكن يحدث بعد
العلاقات غير الخطية	الجغرافيا ليس دايماً 1+1=2. الشبكة العصبية تكتشف ان "قربك من النهر + انحدار عالي + تربة طينية" = خطر عالي جداً
التعميم	اذا اتعلمت على بغداد، تقدر تتنبأ للبصرة بالمنطقة نفسها

بالمختصر: "دع البيانات تتكلم وتكشف عن نفسها" بدل فرض قوانين جامدة.

تطبيقاتها في الجغرافيا

امثلة عملية

المجال	التطبيق	مثال من العراق
التنبؤ بالمخاطر	التنبؤ بالفيضانات، الانزلاقات، العواصف الترابية	التنبؤ بالمناطق المعرضة للغبار في بغداد حسب الرياح والغطاء النباتي
تخطيط المدن	تحديد افضل موقع لمدينة جديدة، مستشفى، مدرسة	اختيار افضل موقع لمجمع سكني جديد بالنجف حسب الخدمات والاسعار

الاستشعار عن بعد | تصنيف صور الاقمار الصناعية | تمييز المحاصيل الزراعية في سهل نينوى من صور لاندسات
النقل والشبكات | تحسين مسارات النقل، التنبؤ بالازدحام | التنبؤ باوقات الذروة على طريق محمد القاسم
المناخ | نمذجة التغير المناخي، التنبؤ بالامطار | التنبؤ بنقص الامطار في المنطقة الغربية

مقارنة الشبكة العصبية الجغرافية مع
الشبكة العصبية في جسم الانسان

وجه المقارنة	جسم الانسان - الدماغ	الجغرافيا - الحاسوب
الخلية الاساسية	العصبون Neuron	العقدة Node
طريق الاتصال	المحاور العصبية Synapses تنقل اشارة كهربائية	الاوزان Weights ارقام تنقل قيمة رياضية
طريقة التعلم	بالتكرار والخبرة. الطفل يتعلم ان "النار تحرق"	بالتكرار والتدريب. النموذج يتعلم ان "هذا النمط = فيضان"
الذاكرة	موزعة على كل الدماغ	موزعة على كل الاوزان بين العقد
الهدف	البقاء والتكيف مع البيئة	حل مشكلة مكانية واتخاذ قرار مكاني افضل

مثال يوضح التشابه:
تخيل طالب جغرافيا جديد:
بالدماغ : اول مرة يشوف خريطة فيضان يخطأ. بعد 10 خرائط يصير يعرف "الوادي المنخفض + امطار غزيرة = فيضان"
بالحاسوب : اول مرة ندخل بيانات يخطأ. بعد 1000 نقطة تدريب يصير النموذج دقيق بنسبة 90% الاثنين يتعلمون من الاخطاء ويعدلون "الاوزان" مالتهم.

الخلاصة
تحليل الشبكة العصبية هو اداة قوية لان الجغرافيا مليئة بالعلاقات المعقدة والمتداخلة . هي ليست بديل عن تفكير الجغرافي، هي "مساعد ذكي" للجغرافي حتى يكتشف انماط كان مستحيل ان يراها بالعين.
برامج تستخدمها : ArcGIS + Python + R + QGIS
دالة مشهورة : MLP - Multilayer Perceptron

مقترح مشروع عملي:
"الشبكة العصبية لتحديد المناطق الاكثر ملائمة للزراعة في محافظتك"
الفكرة : ندرب نموذج ANN حتى يحدد"اين نزرع" بناء على 5 عوامل جغرافية فقط
البيانات اللي ندخلها: Input
- نوع التربة
- كمية الامطار السنوية
- درجة الحرارة
- المسافة عن مصادر المياه

- الانحدار

النتيجة : Output خريطة ملونة

- اخضر غامق : ملائم جداً
- اصفر : ملائم متوسط
- احمر : غير ملائم

الادوات : مجانية 100% + QGIS` ملحق + SCP بايثون`

خطة تنفيذ مشروع "الشبكة العصبية للملائمة الزراعية"

4 خطوات عملية

الخطوة 1: جمع البيانات - "نجلب الطابوق"

نحتاج 5 خرائط بصيغة Raster من مصادر مجانية:

1. التربة : من موقع FAO Soil Map
2. الامطار والحرارة : من موقع WorldClim
3. المياه والانحدار : من نموذج الارتفاع الرقمي DEM منSRTM

الخطوة 2: تجهيز البيانات - "نخلط السمنت"

ببرنامج `QGIS` نعمل:

1. نوحد نظام الاحداثيات لكل الخرائط
2. نقص المنطقة حسب حدود محافظتك
3. نحول كل شي لنفس دقة الخلية 30م × 30م

الخطوة 3: التدريب - "نبني الشبكة العصبية"

نستخدم اداة مجانية اسمها `SCP` داخل QGIS او كود بايثون بسيط.

نعطي النموذج امثلة: "هذه المنطقة زرعت بيها حنطة ونجحت = ملائمة عالية"

بعد 100 مثال النموذج يتعلم لحاله.

الخطوة 4: النتيجة - "الخريطة النهائية"

يطلع لنا خريطة جديدة الوانها تقول:

اخضر = ازرع هنا | احمر = لا تزرع هنا

مستويات متقدمة للشبكات العصبية بالجغرافيا

المستوى 1 - CNN :الشبكة الالتفافية

فلسفتها : مثل عين الانسان. ترى الصورة كاملة وتفهمها

تطبيق جغرافي : تصنيف صور الاقمار الصناعية تلقائياً

مثال : نعطيها صورة من القمر الصناعي فتطلع لك "هذه نخيل، هذه بيوت، هذه صحراء" بدون ما واحد يرسم ، تستخدم ببغداد لمتابعة التوسع العمراني

المستوى 2 - RNN :الشبكة التكرارية

فلسفتها : عندها "ذاكرة". تتذكر اللي صار قبل حتى تتنبأ بالقادم
تطبيق جغرافي : التنبؤ بالظواهر المتغيرة مع الزمن
مثال : التنبؤ بمنسوب نهر دجلة خلال 30 يوم القادمة بناء على امطار الشهر الماضي مفيدة جداً للفيضانات

المستوى 3 - GNN :الشبكة العصبية للرسوم البيانية

فلسفتها : تفهم "العلاقات" بين الاماكن. ليس بس المكان نفسه
تطبيق جغرافي : تحليل شبكات النقل والمدن
مثال : اذا صار ازدحام بساحة التحرير، اين راح يصير الازدحام بعده؟ النموذج يعرف لان فاهم العلاقة بين الشوارع

تشبيه سريع يثبت المعلومة

نوع الشبكة	تشبه ماذا بالانسان	تشبه ماذا بالجغرافيا
ANNالعادية	طالب يحفظ	تصنيف التربة
CNN	فنان يرى لوحة	يقرأ صور الاقمار
RNN	مؤرخ يتذكر الماضي	يتنبأ بالمناخ
GNN	سائق تكسي حافظ الشوارع	يحلل شبكة الطرق

المستوى الثالث - GNN :الشبكة العصبية للرسوم البيانية

هذا اعقد واحد واذكى واحد... واكثر واحد يفيد الجغرافي

اساسها وفلسفتها

الفكرة الجوهرية : باقي الشبكات تتعامل مع "نقاط لحالها" . GNN تتعامل مع "علاقات " .
فلسفتها : "المكان لا يفهم لحاله... يفهم من خلال ادراك جيرانه وعلاقته بيهم"
التشبيه البشري تخيل انت مدير مرور ببغداد:
ANN - العادية : تنظر لكل تقاطع لحاله وتقول "هنا ازدحام"
GNN - تنظر للخريطة كلها وتقول "اذا صار ازدحام بالسنك، بعد 10 دقايق راح يصير بساحة الطيران، وبعدها باليرموك" لان تعرف العلاقة بينهم

يتكون من 3 عناصر اساسية

العنصر	بالجغرافيا	بالمثال: شبكة طرق بغداد
العقد Nodes	المدن، التقاطعات، الاحياء	ساحة التحرير، ساحة الطيران، الكرادة
الروابط Edges	الطرق، انابيب الماء، خطوط الكهرباء	شارع الجمهورية، شارع السعدون
الخصائصFeatures	عدد السكان، عرض الشارع، نوع التربة	عدد السيارات، سرعة الطريق، طوله

GNN تتعلم من "العقدة + جيرانها + الروابط بينهم" مع بعض .

تطبيقاتها الجغرافية العملية

مع امثلة من العراق

التطبيق 1: النقل والمرور - "الاكثر شهرة"

المشكلة : التنبؤ بالازدحام

كيف تشتغل : GNN

تدخل خريطة بغداد كلها كشبكة . كل تقاطع = عقدة . كل شارع = رابط.

النموذج يتعلم: "اذا امطرت، وصار ازدحام بالجسر المعلق، فـ 80% راح ينتقل الازدحام لجسر الجمهورية"

النتيجة : تطبيق على الموبايل يقول لك "لا تروح من هذا الطريق بعد ربع ساعة راح ينسد"

التطبيق 2: المياه والبنى التحتية

المشكلة : اذا انفجر انبوب ماء رئيسي، اي منطقة راح تتأثر؟

كيف تشتغل: GNN

تمثل شبكة انابيب الماء كشبكة عصبية. كل تقاطع انابيب = عقدة.

النموذج يتنبأ: "الانفجار بالكرادة راح يقطع الماء عن الزعفرانية بعد ساعتين"

الفائدة : تبلغ المناطق قبل ان يحدث القطع

التطبيق 3: الاوبئة وانتشار الامراض

المشكلة : كيف ينتشر المرض بين المحافظات؟

كيف تشتغل: GNN

كل محافظة = عقدة. الطرق بين المحافظات = روابط. حركة الناس = وزن الرابط.

النموذج يتنبأ: "اذا زادت الاصابات بالنجف وقت الزيارة، بعد اسبوعين راح تزيد ببغداد والبصرة"

الفائدة : وزارة الصحة تستعد قبل

التطبيق 4: التجارة والاقتصاد المكاني

المشكلة : اذا ارتفع سعر الطماطم بالبصرة، اين راح يرتفع بعده؟

كيف تشتغل: GNN

الاسواق = عقد. طرق نقل البضائع = روابط.

النموذج يفهم شبكة التجارة ويتنبأ بانتشار الاسعار

لماذا GNN اقوى من الطرق التقليدية؟

لان الجغرافيا ليست "جدول اكسل". الجغرافيا شبكة ، GNN هي اول تقنية تفهم هاي "الشبكية" بشكل حقي.

مثال يلخص كل شي:

تريد تختار مكان لمستشفى جديد.

الطريقة القديمة : اختار مركز المحافظة.

GNN تقول لك "لا، اختاره هنا لان هذا المكان يوصل لكل الاحياء بـ 15 دقيقة حتى لو صار غلق بشارع معين"