



تحت اشراف

م/ ياسر الشاعري

اسم الطالب

م/ الحسين علي قائد الطاهري

بحث

رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق

مقدمة

رؤية الكمبيوتر (Computer Vision) هي مجال في علم الحاسوب يسعى إلى محاكاة القدرات البصرية للإنسان باستخدام الأنظمة الحاسوبية. تشمل رؤية الكمبيوتر التقاط وتحليل الصور والفيديوهات لفهم وتفسير محتواها. بينما **التعلم العميق** (Deep Learning) هو جزء من الذكاء الاصطناعي (AI) الذي يعتمد على شبكات عصبية اصطناعية متعددة الطبقات لمحاكاة الدماغ البشري في تعلم الأنماط والتصنيفات.

في العقود الأخيرة، تزايد الاهتمام بالتكامل بين رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق حيث أصبحت الشبكات العصبية العميقة أداة قوية لحل العديد من المشكلات في هذا المجال. يستخدم التعلم العميق لتحسين الأداء في مجموعة متنوعة من التطبيقات، مثل التعرف على الأشياء، تحليل الصور الطبية، القيادة الذاتية، والتعرف على الوجه.

1. رؤية الكمبيوتر

1.1. المفاهيم الأساسية

- **التعرف على الأشياء:** قدرة النظام على تحديد الأشياء في الصور مثل السيارات أو الأشخاص أو الحيوانات.
- **التقسيم الصوري:** فصل الصورة إلى أجزاء مختلفة بناءً على ميزاتها، مثل تقسيم صورة لمشهد طبيعي إلى أجزاء تمثل السماء، الأشجار، الماء، إلخ.
- **التعرف على الحركة:** فهم كيفية تحرك الأشياء في سلسلة من الصور أو الفيديوهات.
- **إعادة البناء ثلاثي الأبعاد:** بناء نموذج ثلاثي الأبعاد للأجسام من مجموعة صور ثنائية الأبعاد.

1.2. الأنظمة التقليدية في رؤية الكمبيوتر

قبل ظهور التعلم العميق، كانت رؤية الكمبيوتر تعتمد بشكل أساسي على تقنيات مثل:

- **استخراج الميزات:** مثل ميزات SIFT و SURF التي تساعد على تمييز الكائنات بناءً على النقاط الفريدة في الصور.
- **التصنيف باستخدام خوارزميات:** مثل SVM (Support Vector Machines) و K-Means للتصنيف.

رغم أن هذه الأساليب قدمت نتائج جيدة في العديد من التطبيقات، إلا أنها كانت تعتمد بشكل كبير على التدخل اليدوي والضبط المسبق للخصائص

2. التعلم العميق ودوره في رؤية الكمبيوتر

2.1. الشبكات العصبية التلافيفية (CNNs)

الشبكات العصبية التلافيفية (Convolutional Neural Networks) هي العمود الفقري للتعلم العميق في مجال رؤية الكمبيوتر. هذه الشبكات تتميز بطبقات متخصصة في تحليل الصور بشكل متزايد التعقيد:

- **الطبقات التلافيفية (Convolutional layers):** تعمل على استخراج الميزات الأساسية من الصور مثل الحواف والأنماط.
- **طبقات التجميع (Pooling layers):** تعمل على تقليل أبعاد البيانات مع الحفاظ على الميزات الهامة.
- **طبقات الربط الكامل (Fully connected layers):** تعمل على دمج الميزات وتحليلها لتصنيف الصورة.

2.2. تطبيقات CNNs في رؤية الكمبيوتر

- **التعرف على الصور:** أنظمة مثل ResNet و Inception، التي تستخدم شبكات عصبية تلافيفية لتحسين دقة التصنيف.
- **الكشف عن الأجسام (Object Detection):** مثل تقنيات YOLO (You Only Look Once) و R-CNN، التي تتيح التعرف على مواقع الأجسام في الصور بدقة عالية.
- **التعرف على الوجه:** الذي يتم استخدامه في التطبيقات الأمنية وتطبيقات الهواتف الذكية.

2.3. نماذج الشبكات العميقة الحديثة

- **شبكات GANs (Generative Adversarial Networks):** تُستخدم في إنشاء الصور وتحسين جودتها.
- **شبكات RNNs (Recurrent Neural Networks):** تُستخدم في تحليل الفيديو هات المتسلسلة لفهم الحركة.

3. التطورات الحالية والتحديات

3.1. التعلم بالإشراف الذاتي (Self-supervised Learning)

تعتمد هذه التقنية على استغلال البيانات غير الموسومة لتدريب النماذج، ما يقلل من الحاجة إلى كميات كبيرة من البيانات الموسومة.

3.2. التعلم بالتعزيز العميق (Deep Reinforcement Learning)

يتم استخدام هذه التقنية بشكل متزايد في تطبيقات القيادة الذاتية والتفاعل مع البيئة الحقيقية، حيث يقوم النظام بالتعلم من خلال المحاكاة أو التجارب التفاعلية.

4. أهم النظريات العلمية في رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق

4.1. نظرية الاستدلال الهرمي (Hierarchical Inference Theory)

تقوم هذه النظرية على فكرة أن النظام البصري يقوم بتقسيم المعلومات الواردة إلى مستويات متعددة من التجريد. يتم التعرف على الأنماط البسيطة في البداية، ثم يتم تجميعها لتكوين مفاهيم أكثر تعقيدًا.

4.2. نظرية الزوايا والنقاط الرئيسية (Keypoints and Corners Theory)

تركز هذه النظرية على أهمية النقاط الفريدة في الصورة، مثل الزوايا أو الحواف، في التعرف على الأشياء.

4.3. نظرية النماذج التوليدية (Generative Models Theory)

تتعلق هذه النظرية بكيفية قدرة النماذج على تعلم التوزيعات المحتملة للبيانات واستخدامها في توليد بيانات جديدة تحاكي البيانات الأصلية.

1.1. أنواع المهام الرئيسية في رؤية الكمبيوتر

أ. تصنيف الصور (Image Classification)

يهدف إلى تصنيف الصورة إلى فئة محددة من بين مجموعة من الفئات. على سبيل المثال، يمكن لنظام تصنيف الصور أن يحدد ما إذا كانت الصورة تحتوي على كلب أو قطة. هذا هو أساس العديد من تطبيقات رؤية الكمبيوتر.

ب. الكشف عن الكائنات (Object Detection)

يتضمن التعرف على الكائنات داخل الصورة وتحديد مواقعها عبر مستطيلات أو حدود معينة. على سبيل المثال، الكشف عن السيارات أو الأشخاص في صورة شارع مزدحم. هذا النوع من المهام مهم في التطبيقات مثل القيادة الذاتية والمراقبة الأمنية.

ج. تقسيم الصور (Image Segmentation)

يعتمد على تقسيم الصورة إلى مناطق ذات معانٍ مختلفة. هناك نوعان رئيسيان:

- التجزئة الصورية (Semantic Segmentation): حيث يتم تصنيف كل بكسل في الصورة بناءً على الفئة التي ينتمي إليها، مثل سماء، شجرة، مبنى، إلخ.

- **التجزئة العينية (Instance Segmentation):** يتم فصل كل كائن بشكل فردي داخل الفئة نفسها. مثلاً، يمكن التعرف على السيارات المختلفة في صورة واحدة، وليس فقط على أنها جميعاً سيارات.

د. إعادة بناء الأجسام ثلاثية الأبعاد (3D Object Reconstruction)
يتم استخدام مجموعة من الصور ثنائية الأبعاد من زوايا مختلفة لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للشيء. يستخدم هذا في العديد من التطبيقات مثل التصوير الطبي والمسح الضوئي للأجسام.

2. التعلم العميق (Deep Learning)

2.1. الشبكات العصبية التلافيفية (CNNs)

الشبكات العصبية التلافيفية هي بنية رئيسية في التعلم العميق، وقد أحدثت ثورة في رؤية الكمبيوتر. تعتمد CNNs على طبقات متخصصة لمعالجة الصور:

- **الطبقات التلافيفية (Convolutional Layers):** هذه الطبقات تعمل على تمرير مصفوفات صغيرة عبر الصورة لتحليل الخصائص المحلية مثل الحواف والزوايا.
- **التجميع (Pooling Layers):** تعمل على تقليل دقة الصورة عن طريق تجميع القيم المميزة، مما يقلل من عدد البيانات مع الحفاظ على الميزات الأساسية.
- **طبقات الربط الكامل (Fully Connected Layers):** تربط جميع النقاط المميزة التي تم تعلمها من الطبقات السابقة لتحديد الأنماط الكبرى وتصنيف الصورة.

2.2. التطبيقات المتقدمة في رؤية الكمبيوتر باستخدام التعلم العميق

أ. أنظمة القيادة الذاتية (Autonomous Driving)

تستخدم السيارات ذاتية القيادة أنظمة رؤية الكمبيوتر لتحليل محيطها. تشمل هذه الأنظمة:

- التعرف على المشاة.
- الكشف عن إشارات المرور.
- الكشف عن المركبات والممرات.

ب. التطبيقات الطبية (Medical Imaging)

يتم استخدام التعلم العميق لتحليل الصور الطبية، مثل:

- التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) وتحليل صور الأشعة السينية لاكتشاف الأمراض.
- الكشف المبكر عن الأورام باستخدام شبكات CNN التي تقوم بتحليل صور الأنسجة والخلايا.

ج. الواقع المعزز والواقع الافتراضي (AR/VR)

تُستخدم رؤية الكمبيوتر لإنشاء بيئات افتراضية والتفاعل معها. على سبيل المثال:

- تحديد الأشياء والتفاعل معها في العالم الحقيقي لتقديم تفاعلات مدمجة في الوقت الفعلي.
- نماذج تتبع الحركة للمستخدمين في تطبيقات الواقع الافتراضي.

3. التطورات الحديثة في التعلم العميق

3.1. شبكات الخصومة التوليدية (GANs)

شبكات GAN هي نوع خاص من الشبكات العصبية العميقة التي تتيح توليد بيانات جديدة من بيانات التدريب. تتكون GANs من نموذجين:

- **المولد (Generator):** يحاول إنشاء بيانات مزيفة قريبة من البيانات الحقيقية.
- **المميز (Discriminator):** يحاول التفريق بين البيانات الحقيقية والمزيفة.

التطبيقات:

- تحسين جودة الصور: مثل تكبير الصور منخفضة الدقة.
- توليد صور وفيديوهات جديدة من الصفر.
- تطبيقات فنية: توليد لوحات فنية أو صور جديدة بناءً على الأنماط التي تم تعلمها.

3.2. التعلم بالإشراف الذاتي (Self-supervised Learning)

في هذه التقنية، يتم استخدام كميات كبيرة من البيانات غير الموسومة (Unlabeled Data) مع كميات صغيرة من البيانات الموسومة (Labeled Data) لتحسين دقة النماذج. تتعلم النماذج كيفية استنتاج الخصائص المهمة في البيانات بدون الحاجة إلى تصنيف يدوي. هذا مفيد بشكل خاص عندما تكون عملية تصنيف البيانات مكلفة أو تتطلب جهداً كبيراً.

3.3. التعلم التعزيزي العميق (Deep Reinforcement Learning)

التعلم التعزيزي العميق يجمع بين **التعلم التعزيزي** و**التعلم العميق**، حيث يتعلم النظام كيفية اتخاذ القرارات من خلال التجارب. في هذا النموذج:

- النظام يتلقى مكافآت عند اتخاذ قرارات صحيحة، وعقوبات عند اتخاذ قرارات خاطئة.
- يستخدم هذا النوع من التعلم في الروبوتات والألعاب والقيادة الذاتية.

4. النظريات العلمية في رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق

4.1. نظرية الاستدلال الهرمي (Hierarchical Inference Theory)

تعتمد هذه النظرية على فكرة أن الدماغ البشري، وكذلك أنظمة رؤية الكمبيوتر، يعملان بطريقة هرمية لتفسير المعلومات. تبدأ العملية بالتعرف على الأنماط الأساسية (مثل الحواف) ثم تنتقل إلى تكوين أفكار أكثر تعقيداً (مثل الأشكال والكائنات).

4.2. نظرية النماذج التوليدية (Generative Models Theory)

تشرح هذه النظرية كيفية تعلم النظام توزيع البيانات واستخدامه في توليد بيانات جديدة. النماذج التوليدية مثل GANs يمكنها إنتاج صور واقعية تمامًا على الرغم من أنها لم تكن جزءًا من مجموعة البيانات الأصلية.

4.3. النظرية الإحصائية للتعلم (Statistical Learning Theory)

تركز هذه النظرية على العلاقة بين البيانات والمخرجات. يتعلم النظام عن الأنماط في البيانات من خلال تقنيات الإحصاء والاحتمالات لتوفير أفضل تقدير ممكن. تستخدم بشكل كبير في التدريب على شبكات التعلم العميق لتحسين الأداء ودقة النتائج.