حوسبة الحافة

أ د/ زينب محمد أمين خليل

أستاذ نكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية

جامعة المنيا

أ د/ إيمان صلاح الدين صالح

أستاذ نكنولوجيا التعليم بكلية التربية جامعة

المجلة العلمية المحكمة

للجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي

المجلد العاشر - العدد الثاني – مسلسل العدد (20) - ديسمبر 2022

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري http://eaec.journals.ekb.eg

العنوان البريدي: ص.ب 60 الأمين وروس 42311 بورسعيد – مصر

معرف هذا البحث الرقمي DOI: 10.21608/EAEC.2022.155567.1097

رقم الإيداع بدار الكتب 24388 لسنة 2019

ISSN-Print: 2682-2598

ISSN-Online: 2682-2601

تاريخ الإرسال	2022-08-10
تاريخ القبول	2022-08-10
تاريخ النشر	2022-12-01

حوسبة الحافة

أ د/ زينب محمد أمين خليل أ د/ إيمان صلاح الدين صالح

إن النمو الهائل في كم البيانات التي يتم إنشاؤها في عالمنا، بفضل التحليلات المعززة التي غالبًا ما تغذيها تقنيات الذكاء الاصطناعي مكنت المؤسسات من تخزين هذا الكم الضخم من البيانات في مكان آمن وقللت تكلفة البنية التحتية فيما يعرف بالحوسبة السحابية Cloud Computing. كما أدى أنتشار أجهزة إنترنت الأشياء وتطبيقات الواقع المعزز إلى ظهور مشكلة مستقبلية في كيفية الوصول لهذه البيانات بسرعة أكبر وتكلفة أقل، التي من المتوقع أن تنمو بنسبة 61٪ لتصل إلى 175 زيتابايت بحلول عام 2025م.

وتعد حوسبة الحافة تقنية جديدة ظهرت في عالم حوسبة وتخزين ومعالجة البيانات، وكتطور للحوسبة السحابية تنافسها بقوة في المعالجة اللحظية، وفي سرعة نقل وتخزين ومعالجة واستدعاء البيانات، وتختلف عنها في مواقع تخزين ومعالجة البيانات، ففي الحوسبة السحابية يكون هناك مركز واحد لتجميع ومعالجة البيانات، وتكون مشكلة المسافة التي تقطعها البيانات في رحلة المعالجة والتخزين والاستدعاء كبيرة مقارنة بما يحدث في حوسبة الحافة . الحافة: المكان الذي يتصل فيه الجهاز بالشبكة .، التي فيها تكون مراكز البيانات قريبة من مواقع صناعة القرار أو المستخدم.

كيفية استدعاء البيانات عبر الحوسبة السحابية

تعد حوسبة الحافة جزء من تكنولوجيا الحوسبة الموزعة، وتمثل مراكز معالجة للبيانات

قريبة جغرافيًا من موقع المستخدم/ العميل، تسهم في التدفق الافتراضي للبيانات من أجل تقليل زمن الوصول واستخدام نطاق ترددي أفضل وتحكم لامركزي باستخدام تطبيقات إنترنت الأشياء. ويطلق عليها عدة مسميات، منها: الحوسبة المتطورة، الحوسبة الطرفية، الحوسبة الموزعة، وتتمتع بقوة حوسبة أكبر تسمح بمزيد من المعالجة المسبقة وبعض الوظائف التنبؤية. وتركز فلسفة حوسبة الحافة على تشغيل عدد أقل من العمليات في السحابة ونقل هذه العمليات إلى كمبيوتر المستخدم أو جهاز إنترنت الأشياء أو خادم الحافة لتقليل وقت الاستجابة وعرض النطاق الترددي الذى يحدث بين المستخدم والخادم، إضافة إلى توفير في البنية التحتية والمال من خلال إجراء المعالجة محليًا.

يرتبط مفهوم حوسبة الحافة ارتباطًا وثيقًا بمفاهيم الحوسبة السحابية والسحابة الحافية، رغم وجود تداخل بين هذه المفاهيم، حيث تعمل الحوسبة السحابية على نشر البيانات الضخمة وتطويرها لموارد الحوسبة والتخزين في مواقع موزعة عالميًا؛ بينما تعمل السحابة الحافية على إتاحة البيانات الفورية التي تستخدم تقنية المحاكاة الافتراضية لتسهيل نشر وتشغيل مجموعة واسعة من التطبيقات على خوادم الحافة، وتركز حوسبة الحافة على الخوادم القريبة جغرافيًا والتي تسمح للمستخدم بالتواجد بالقرب من مصادر البيانات.

وتتضمن أنواع حوسبة الحافة، الحوسبة العادية التي تعتمد على أجهزة الكمبيوتر، وحوسبة الحافة المتنقلة التي تعتمد على الأجهزة النقالة. وتتمثل مكونات حوسبة الحافة فيما يلي:

1. السحابة Cloud: مراكز بيانات ضخمة تتميز بقدرة عالية على المعالجة المنطقية للبيانات الضخمة المخزنة في المستودعات؛ وتتطلب زمنًا أكبر في وصولها وبالتالي يؤثر في زمن عمليات المعالجة، وزيادة التكلفة المالية في توفير البينة التحتية للمعالجة.
2. الحوسبة الضبابية Fog Computing: تشير إلى تطبيق اللامركزية في البنية التحتية للحوسبة باعتبارها شبكة محلية، من خلال توسيع السحابة عبر وضع العُقد Nodes بشكل استراتيجي بين السحابة وأجهزة الحافة، وهذا يجعل البيانات، والحوسبة، والتخزين، والتطبيقات أقرب إلى المستخدم أو جهاز إنترنت الأشياء حيث تحتاج البيانات إلى المعالجة، وبالتالي إتاحة مساحة خارج السحابة المركزية، مما يقلل من وقت نقل البيانات وسرة عمليات تحليلها ومعالجتها.
3. مراكز البيانات الدقيقة Fog Nodes: تتميز بأنها متنقلة مرونة تحتوي على نفس مكونات

مراكز البيانات التقليدية، إلا أنه يمكن نشرها محليًا بالقرب من مصدر البيانات لتلائم متطلبات تنفيذ المواقف بسرعة ووقت أقل.

4. السحابات الصغيرة Cloudlets Compute Edge: مراكز بيانات صغيرة النطاق، متعددة الوصول للحافة، صممت خصيصًا لتحسين تطبيقات الهاتف المحمول التفاعلية، وزيادة توفر موارد الحوسبة ذات زمن الانتقال المنخفض ونطاق ترددي عال، تعمل على معالجة البيانات لاسلكيًا والوصول إليها ومعالجتها في الوقت الحقيقي معتمدة في ذلك على التخزين المصغر للبيانات الذي يعتمد على البوابات (أجهزة إنترنت الأشياء، الحساسات، والمحركات).
5. أجهزة الحافة Edge Devices: تتضمن خادمًا واحدًا أو أكثر صغير الحجم، محدود الإمكانيات في معالجة البيانات، ويتمتع بقدر محدود في الاستجابة.

كما تتمثل أهمية حوسبة الحافة في معالجة القيود الرئيسة لشبكة الإنترنت والحوسبة السحابية، والمتمثلة فيما يلي:

- **النطاق الترددي:** مقدار البيانات التي يمكن أن تحملها الشبكة بمرور الوقت، عرض النطاق الترددي المنخفض يقلل من تكاليف النقل، وتحسين الاتصال من وإلى السحابة.
- **وقت الاستجابة:** معالجة البيانات بالقرب من مكان نشأتها تتجنب وقت الذهاب والعودة أو وقت الاستجابة والكمون إلى السحابة مما يزيد من قدرة النظام على الاستجابة في الوقت الفعلي.
- **الخصوصية والأمن:** تقليل المسافة وزمن نقل البيانات يزيد من درجة تأمينها، وبالتالي تقليل تعرض البيانات للتلف أو التلاعب أو التجسس.
- **الازدحام/ الموثوقية:** تضم شبكة الإنترنت حجم هائل من البيانات المتضمنة في عشرات المليارات من الأجهزة، مما يتسبب في مستويات عالية من الازدحام وعدم الموثوقية.
- **تحسين الإتاحة:** المعالجة المستمرة للبيانات قريبة من نقاط التفاعل مع المستخدمين النهائيين ومكونات النظم الأخرى، يسهم في إزالة الاختناق وزيادة سرعة الوصول.

تُعد حوسبة الحافة جزءًا من نظام بيئي أكبر ذي مزايا غير مرئية محتملة، وتتضمن هذه المزايا ما يلي:

- **سرعة الوصول:** زمن انتقال منخفض وسرعة متزايدة فوضع القوة الحاسوبية قرب الحافة يوفر الوقت.
- **الأمان/ المخاطر:** يتم حماية البيانات بواسطة الغطاء الأمني لشبكة محلية أو النظام المغلق لموفر الخدمة.
- **قلة التكلفة:** تسهم حوسبة الحافة في تحسين تدفق البيانات إلى الأنظمة المركزية، والاحتفاظ بكتل البيانات الأصلية في الحافة، مما يخفض التكاليف ويقلل النطاق الترددي.
- **الموثوقية من بعد:** تخزن أجهزة الحافة البيانات وتعالجها محليًا وتعمل مع مراكز بيانات الحافة للتغلب على أي مشكلات تنتج عن الاتصال المتقطع للشبكة.
- **القابلية للتوسع:** يسمح تنصيب مراكز البيانات وأجهزة إنترنت الأشياء على الحافة بتوسيع نطاق العمليات على نحو سريع.

وتشمل أهم استخدامات حوسبة الحافة في مراقبة نظام الأمان، إنترنت الأشياء، تشغيل التعليمات على الجهاز نفسه، السيارات ذاتية القيادة، تخزين مؤقت أكثر كفاءة، أجهزة المراقبة الطبية، مؤتمرات الفيديو. بينما تتمثل أهم التحديات التي يمكن أن تواجه حوسبة الحافة في: النطاق الترددي للشبكة، الحوسبة الموزعة، وقت الإستجابة، الأمن والأمان، النسخ الاحتياطية، تراكم البيانات، التحكم والإدارة، ومستوى الأداء.

إمكانيات حوسبة الحافة وإنترنت الأشياء والجيل الخامس في التعليم:

تستمر حوسبة الحافة في التطور باستخدام تقنيات وممارسات جديدة لتعزيز قدراتها وأدائها من خلال تقنيات الاتصال اللاسلكي، مثل: G5, Wi-Fi 6، التي تسهم في عمليات النشر والاستخدام وتتيح إمكانات المحاكاة الافتراضية، مما يساعد في تحقيق الأهداف التنظيمية الآتية:

- إدارة توزيع البرامج على نطاق واسع.
- تسخير قوة ومرونة تكنولوجيا المصدر المفتوح.
- الربط مع شريك موثوق به ولديه خبرة مناسبة في المجال.
- إدارة مخاوف الأمان للبنية التحتية.