Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الحوسبة الضبابية مقابل الحوسبة الطرفية

عائشة علي حسين الزقر
قسم تقنيات الحاسوب، المعهد العالي للعلوم والتقنية، الخمس، ليبيا
elzegraisha@gmail.com

الملخص

نظرا للتطور الهائل لما يعرف بإنترنت الاشياء *Internet of Things* حيث أصبح تقريبا كل جهاز نتعامل معه متصل بالأنترنت او له القدرة على الاتصال بالأنترنت مما ادي إلي زيادة هائلة في كمية البيانات المخزنة والمنقولة في الشبكات العالمية، جاءت الحاجة لاختراع تقنيات للتعامل مع هذه الكميات الهائلة من البيانات. الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية هما من هذه التقنيات المتداولة بين أوساط المتعاملين مع البيانات العملاقة مثل البيانات الاقتصادية والبيانات الطبية وحتى بيانات التطبيقات الاجتماعية وغيرها من التطبيقات. تدرس هذه الورقة الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية من حيث، أوجه الشبه والاختلاف بينهما و الفائدة من وراء دمجهما وأظهرت الدراسة أن لكل تقنية مزاياها وعيوبها ولكن يمكن لكل منهما تقوية الأخرى من خلال زيادة سرع المعالجة وتحسن عرض النطاق الترددي والمعالجة المحلية ودرجة الأمان.

الكلمات المفتاحية. الحوسبة الضبابية، الحوسبة الطرفية، انترنت الأشياء، الحوسبة السحابية.

Abstract

The significant advancement of the Internet of Things, wherein nearly every device we engage with is connected to the internet or possesses the potential for such connectivity, has resulted in a substantial escalation in the volume of data stored and transmitted across global networks, thereby necessitating the invention of technologies to manage this extensive data influx. This paper examines fog computing and edge computing in terms of their similarities and differences, as well as the benefits of integrating them. The study showed that each technology has its advantages and disadvantages, but each can strengthen the other by increasing processing speed, improving bandwidth, enhancing local processing, and increasing security.

Keywords. *Fog Computing, Edge Computing, Cloud Computing, IoT.*

المقدمة

في عام 2012 قامت شركة سيسكو بإنشاء مصطلح "الحوسبة الضبابية" *Fog Computing*. بهدف تقريب موارد الشبكة لمعالجة البيانات من أجهزة إنترنت الأشياء، حيث تتم معالجة البيانات بواسطة عقد الضباب الواقعة بين السحابة وحافة الشبكة. تعتمد الحوسبة الضبابية على قوة الاتصال بين عُقد الضباب *Fog Nodes* والأجهزة الطرفية *End Nodes* ، وكذلك بين عُقد الضباب *Fog Nodes* والسحابة *The Cloud* . وهذا ما يوفر المعالجة الفورية، وهو ما يُلاحظ عمليًا في تطبيقات مثل المدن الذكية وأنظمة مراقبة الرعاية الصحية[1]. بالإضافة إلى ذلك، يُمكن لعُقد الضباب نقل مهام المعالجة غير الحساسة للوقت إلى مراكز البيانات المركزية. بفضل هذه المزايا، بلغت قيمة السوق العالمية للحوسبة الضبابية 209 مليون دولار أمريكي في عام 2024، ومن المتوقع أن تصل إلى 419 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2030، بنمو سنوي قدره 12.3% خلال الفترة من 2024 إلى 2030[11]. إن الحوسبة الطرفية جزءًا لا يتجزأ من الحياة اليومية. إنها البنية التي تُمكّننا من التحقق الفوري من الرصيد المصرفي عبر الهاتف، أو التسوق عبر الإنترنت، أو ألعاب الفيديو دون الحاجة إلى تخزين مؤقت مستمر. ومن بين الاستخدامات البارزة الأخرى الأجهزة الطبية القابلة للارتداء، والمركبات ذاتية القيادة، وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء.

Copyright *Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received: *22-10-2025* - ***Accepted***: *20-12-2025* - ***Published***: *27-12-2025*

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تستند هذه الدراسة على مراجعة الدراسات الحديثة وتلخيص المعرفة الحالية وتقديم نظرة شاملة عن كلا التقنيتين ذوات الأهمية البالغة، حيث تقوم هذه الدراسة بمقارنة الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية وذلك بدراسة نقاط التشابه والاختلاف بينهما، وتقدم استنتاج حول هاتين التقنيتين والفائدة من دمجهما[9].

مشكلة البحث

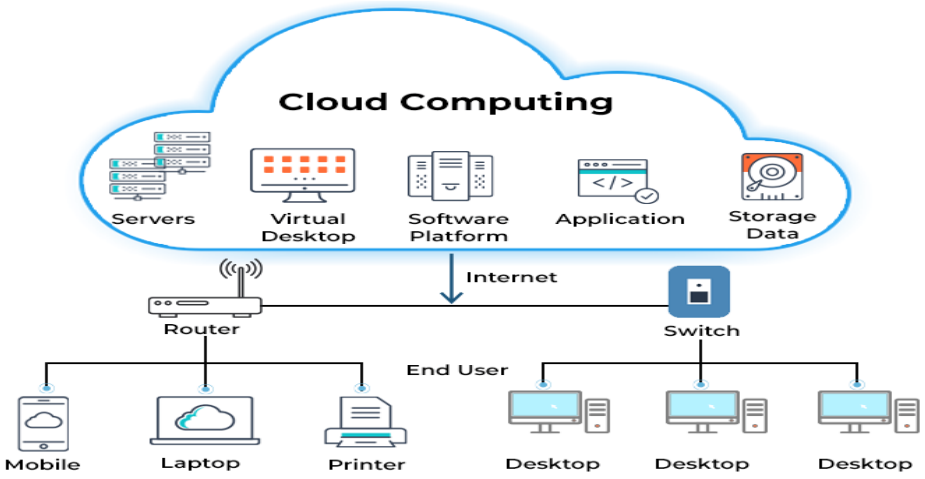
نظرا لأهمية مواكبة التطور التكنولوجي في أوساط البحاث العرب وقلة المصادر العربية في بعض المواضيع التكنولوجية ومن بينها الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية جاءت هذه الدراسة لتقدم مقارنة وتحليل لهذه التقنيات حديثة العهد وذات الأهمية البالغة حتى تواكب المصادر العربية التطور التكنولوجي في العالم.

الدراسات السابقة

الحوسبة السحابية

على مر السنوات، تطورت تقنيات نقل البيانات وتخزينها ومعالجتها في عدد من نماذج الحوسبة وذلك لتلبية احتياجات هذا التطور التكنولوجي. كان ظهور الحوسبة السحابية ثورة في مجال تخزين ومعالجة البيانات العملاقة. فبدلا من الاعتماد على اجهزة ذات مواصفات خارقة وتكلفة كبيرة لأداء مهام المعالجة والتخزين وغيرها من المهام, أصبح بإمكان المستخدمين سواء كانوا افرادا او شركات معالجة البيانات و تخزينها وتحليلها على خوادم سحابية افتراضية بالكامل عبر الانترنت. توفر الحوسبة السحابية مزايا كبيرة بالمقارنة بعمليات الحوسبة التقليدية، بما في ذلك المرونة والتوسع والقدرة على الوصول للبيانات من أي مكان يتوفر فيه الاتصال بالإنترنت [8]. وقد برزت العديد من شركات التكنولوجيا الكبرى, مثل أمازون وميكروسوفت, كمزودي خدمات سحابية حيث تقدم خدمات الحوسبة من خلال ميزة الدفع حسب الاستخدام. يتيح هذا النهج إمكانية الدفع فقط مقابل الموارد التي يتم استخدامها لتخزين البيانات وعمليات المعالجة[1].

على الرغم من أن الحوسبة السحابية لاتزال وسيلة ذات قيمة ومعتمدة على نطاق واسع, إلا أن التوسع السريع للتقنيات الحديثة وخصوصا إنترنت الأشياء(IoT) قد سلط الضوء على بعض القيود و المحدوديات لهذه التقنية، وأدى في النهاية الي ظهور نماذج جديدة مثل الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية[8]. ويشير مصطلح إنترنت الأشياء (IoT) الي الشبكة العالمية سريعة النمو للأجهزة الذكية مثل المركبات ذاتية القيادة والهواتف الذكية والأجهزة المنزلية وغيرها من الأجهزة والمعدات التي تتصل بالأنترنت وتجعل حياتنا أكثر سهولة ورفاهية. ومع تزايد هذه الأجهزة تزايد حجم البيانات التي تولدها[1].



شكل 1 الحوسبة السحابية [10]

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 22-10-2025 - **Accepted**: 20-12-2025 - **Published**: 27-12-2025

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

غالبا ما تقع مراكز البيانات المركزية على بعد مئات، إن لم يكن ألف الاميال من المستخدمين النهائيين. ومع نقل المزيد والمزيد من هذه البيانات إلى هذه المواقع البعيدة، تزداد حركة المرور في الشبكة، مما يؤدي إلى مشاكل في النقل و الازدحام. وهذا أحد الأسباب التي أظهرت محدودية الحوسبة السحابية وأذت إلي ظهور تقنيات أخرى فالسحابة بعيدة عن مصدر البيانات المراد معالجتها وهو ما يستهلك زمن معالجة كبير وعرض النطاق الترددي مما يزيد الكلفة [5].

الحوسبة الطرفية

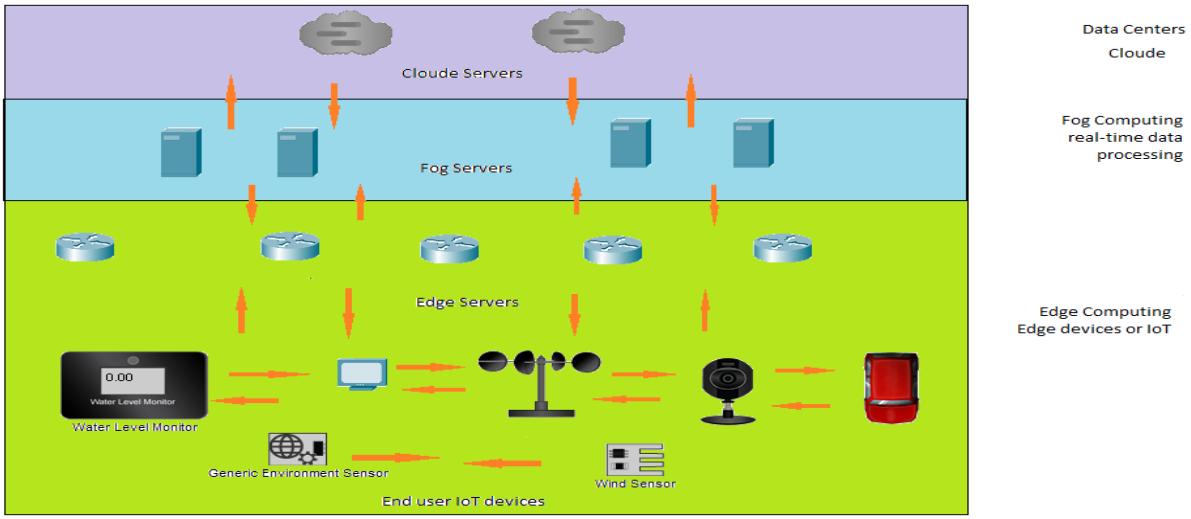
تتموضع الحوسبة الطرفية على أجهزة توليد البيانات او بالقرب منها فهي تهدف إلى أن تكون مركز لتخزين البيانات و أقرب الى حافة هيكل الشبكة، و يقصد بالحافة هنا القرب الجغرافي لمركز البيانات من الأجهزة التي يتم فيها استهلاك البيانات أو إنتاجها بدلاً من وجودها في موقع جغرافي يبعد آلاف الأميال حيث تضمن الحوسبة الطرفية عدم وجود تأخير في وصول البيانات أي أنها تعالجها في الوقت الفعلي [7].

إن العديد من أجهزة إنترنت الأشياء تُولّد بيانات ضخمة وخام من أمثلتها (أجهزة الاستشعار)، وهذه البيانات تحتاج إلى معالجة بسرعة عالية. تمكننا الحوسبة الطرفية من إجراء قدر كبير من معالجة البيانات بالقرب من أجهزة توليدها بدلاً من إرسالها إلى خوادم سحابية لمعالجتها، وبذالك يقلل متطلبات عرض النطاق الترددي. وكذلك تتميز هذه التقنية بأن البيانات المعالجة من المرجح أن تحتاجها نفس الأجهزة التي أنتجتها، وبهذا يتم التحكم في تقليل زمن الوصول بين الإدخال والاستجابة ويمكن تسمية هذه المعالجة بالمحلية [2].

الحوسبة الضبابية

إن الحوسبة الضبابية هي امتداد للحوسبة السحابية، بمعنى انها طبقة بين السحابة والحوسبة الطرفية أي انها أقرب للسحابة من الأجهزة المولدة للبيانات، فعندما ترسل حواسيب الحافة كميات هائلة من البيانات إلى السحابة تستقبل هذه العقد الضبابية البيانات قبل السحابة وتحلل ما هو مهم منها وتنقلها إلى السحابة لتخزينها وبهذا توفر الحوسبة الضبابية مساحة كبيرة في السحابة وتنقل البيانات المهمة بسرعة عالية. ويشير مصطلح "ضبابية" إلى خصائصها الشبيهة بالسحابة، ولكن قريبة من الارض كالضباب [1].

تعتمد الحوسبة الضبابية على اتصال قوي بين عُقد الضباب والأجهزة الطرفية، وكذلك بين عُقد الضباب والسحابة. وتتمتع عُقد الضباب بالقدرة على المعالجة الفورية، وهو ما يُلاحظ في تطبيقات مثل المدن الذكية وأنظمة مراقبة الرعاية الصحية. بالإضافة إلى ذلك، يُمكن لعُقد الضباب نقل مهام المعالجة غير الحساسة للوقت إلى مراكز البيانات المركزية [3].



شكل 2 الحوسبة السحابية والحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 22-10-2025 - **Accepted**: 20-12-2025 - **Published**: 27-12-2025

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

إن كلا من الحوسبة الضبابية و الحوسبة الطرفية تدعم شبكات إنترنت الأشياء (IoT)، حيث إن معظم الأجهزة التي نستخدمها يوميًا متصلة ببعضها البعض, مثل أجهزة الاتصال المحمولة وأجهزة مراقبة المرضى القابلة للارتداء و المعدات الزراعية و التنبؤ بالطقس وغيرها غالبًا ما تكون ذات موارد محدودة وهنا تأتي أهمية هذه التقنيات في توفير خدمات لهذه الشبكة مثل العمليات الحسابية كعمليات التشفير, والتخزين الفوري والاستجابة السريعة لتقديم أداء أفضل, مما يقلل تكاليف التشغيل، واستغلال الموارد المتاحة, وتحسين سياسات الأمان، وتحقيق جودة الخدمة [2].

الحوسبة السحابية التقليدية تتعامل مع التطبيقات الصناعية المنتمية لإنترنت الأشياء، حيث تُنقل جميع المعلومات من الأصول أو الأشياء المادية إلى السحابة لتخزينها وتحليلها وبمجرد وصولها إلى السحابة، تُستخدم المعلومات في التنبؤ بالمتطلبات مثل الصيانة، وتحليل الأعطال، وتحسين الأداء [1].

أما الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية في التطبيقات الصناعية وتطبيقات الأتمتة، فهي عبارة عن بنى شبكية ونظامية تسعى إلى جمع البيانات من هذه الأصول وتحليلها ومعالجتها بسرعة أكبر من بنية الحوسبة السحابية التقليدية ويعود ذلك الي قرب المصدر من المعالجة[5] .

مزايا الحوسبة الطرفية والحوسبة الضبابية

- ✓ **مستويات زمن استجابة أقل**: تُعد هذه الميزة الأبرز للحوسبة الطرفية والحوسبة الضبابية. فهي تُقلل زمن الاستجابة مقارنةً بالحوسبة السحابية أو مراكز البيانات البعيدة، وذلك بإلغاء الوقت المستغرق في نقل البيانات ذهابًا وإيابًا [8].
- ✓ **تحليل البيانات في الوقت الفعلي**: بما أن المعلومات تُعالج عند مصدر توليدها، يُمكن تحليلها في الوقت الفعلي أو شبه الفعلي[6].
- ✓ تكاليف أقل: تُقلل هذه التقنيات التكاليف، حيث تحتاج الشركات إلى حلول أقل لإدارة عرض النطاق الترددي للبيانات على الأجهزة، مقارنةً بالحوسبة السحابية أو مراكز البيانات[4].
- ✓ **استهلاك أقل لعرض النطاق الترددي**: لا تحتاج الشركات إلى موارد حاسوبية ضخمة لمعالجة البيانات، لأن المعالجة تتم بالقرب من مصدر البيانات[4].

تطبيقات الحوسبة الطرفية

- **الصناعات النفطية**

تلعب الحوسبة الطرفية دورًا محوريًا في قطاع النفط والغاز. حيث تُستخدم العديد من أجهزة إنترنت الأشياء لمراقبة درجة الحرارة والرطوبة والضغط ومستويات الرطوبة وغيرها من العوامل. وتوفر المعلومات المجمعة من هذه الأجهزة معلومات مهمة حول حالة الأنظمة. ويُسهم تحليل هذه المعلومات ومعالجتها في الوقت الفعلي في تسهيل عمل القطاع ومنع العديد من الحوادث[2].

- **إدارة حركة المرور**

تُستخدم تقنية إنترنت الأشياء لإدارة حركة المرور والنقل بكفاءة. ونظرًا لأن بيانات حركة المرور تُجمع باستخدام أجهزة الاستشعار والكاميرات، فيجب التعامل معها في الوقت الفعلي، وإلا فلن تكون ذات فائدة. وتُعالج الحوسبة الطرفية كميات هائلة من البيانات على أجهزة إدارة حركة المرور نفسها، مما يُقلل من تكاليف التشغيل والتخزين[7, 3].

- **المركبات ذاتية القيادة**

على الرغم من أن المركبات ذاتية القيادة لم تصبح شائعة الاستخدام بعد، إلا أن الحوسبة الطرفية تُعد تقنية ضرورية لها. فمن غير المقبول أن تعمل هذه المركبات دون تحليل المعلومات في الوقت الفعلي. تستضيف المركبات ذاتية القيادة تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء على الحافة، مما يقلل بشكل كبير من زمن الاستجابة بين البيانات المولّدة والمركبة العاملة[3,2].

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 22-10-2025 - **Accepted**: 20-12-2025 - **Published**: 27-12-2025

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تطبيقات الحوسبة الضبابية

- **المدن الذكية**

تواجه المدن الكبرى العديد من التحديات، مثل الأمن العام، والاختناقات المرورية، و ارتفاع استهلاك الطاقة، والخدمات العامة، وغيرها. ستُسهم الحوسبة الضبابية في معالجة هذه التحديات من خلال نشر شبكة من عُقد الضباب، لتشكيل شبكة إنترنت أشياء واحدة. تفشل العديد من المدن في التطور لتصبح مدنًا ذكية، بسبب مشاكل في نطاق ترددات الإنترنت والبنية التحتية. سيؤدي نشر عُقد الضباب إلى تحسين عرض النطاق الترددي، مع توفير التخزين والمعالجة[7].

- **المباني الذكية**

لجعل المباني الضخمة أكثر ذكاءً، يلزم وجود الآلاف من أجهزة الاستشعار لضبط العديد من المعايير، مثل قارئات بطاقات الهوية، تُستخدم الحوسبة الضبابية في المباني الذكية لمراقبة درجة الحرارة، وتنظيم مواقف السيارات، وغيرها، وذلك لتشغيلها بشكل مستقل. يمكن تزويد هذه المباني بوحدات حوسبة ضبابية في كل طابق لمراقبة الأنشطة، والتحكم في الإضاءة والأجهزة الكهربائية الأخرى، وما إلى ذلك. كما توفر الحوسبة الضبابية مساحة تخزين ومعالجة لتعزيز قدرات الأجهزة المحمولة. على سبيل المثال، يمكن لجهاز استشعار توليد بيانات عند استشعار الدخان، ثم إرسالها إلى وحدات الحوسبة الضبابية في الوقت المناسب لاتخاذ الإجراءات المطلوبة[3,8].

- **كاميرات المراقبة**

لأغراض الأمن، تُركّب الكاميرات في جميع أنحاء الأماكن العامة مثل مواقف السيارات، ومراكز التسوق، والمطاعم، وغيرها. تتطلب البيانات الملتقطة بهذه الكاميرات مساحة تخزين كبيرة لحفظها في السحابة، كما لا يمكن تحليلها في الوقت الفعلي. بتطبيق تقنية الحوسبة الضبابية، يمكن توزيع معالجة الفيديو لأنظمة العمل الأمنية الحساسة بين وحدات الحوسبة الضبابية. وهذا بدوره يُحسّن تتبع الوقت واكتشاف أي خلل أو أنشطة مماثلة [3,7].

النتائج والاستنتاجات

كلاهما الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية تسعى الي جمع البيانات من الاصول وتحليلها ومعالجتها بسرعة أكبر من بنية الحوسبة السحابية التقليدية، وتشترك في اهداف مثل:

- تقليل كمية البيانات المرسلة إلى السحابة
- وتقليل زمن استجابة الشبكة والإنترنت
- تحسين زمن الاستجابة

ومع ذلك، ثمة فرق جوهري بين التقنيتين فكلتاهما، الحوسبة الضبابية والحافة، تتضمنان نقل قدرات المعالجة إلى أقرب نقطة ممكنة من مصدر البيانات على حافة الشبكة. حيث يكمن الفرق الرئيسي بين البنيتين في مكان وضع هذه القدرات.

حيث تُضفي الحوسبة الضبابية مزايا للسحابة حيث تُعالج المعلومات في عقدة ضبابية قريبة من السحابة وقريبة من أجهزة الحافة أي بينهما. أما الحوسبة الطرفية، فتقوم بالمعالجة في نفس أجهزة إنترنت الأشياء الأجهزة المنتجة للبيانات في الغالب كالتطبيقات الحساسة للوقت.

الفرق بين الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية

الحوسبة الضبابية والحوسبة الطرفية يُقرّب كلٌّ منهما معالجة البيانات من الأجهزة المولّدة لها، وكلاهما نموذج للحوسبة السحابية الموزعة، ولكن هناك بعض الاختلافات الرئيسية بينهما، الجدول التالي يوضح بعض هذه الاختلافات :

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 22-10-2025 - **Accepted**: 20-12-2025 - **Published**: 27-12-2025

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

جدول (1): الاختلافات بين التقنيتين

الاختلافات	الحوسبة الضبابية	الحوسبة الطرفية	الاستنتاج
الموقع	تقع بين الأجهزة المولدة للبيانات والسحابة	بالقرب أو بداخل الأجهزة المولدة للبيانات	العقد الضبابية أقرب الي السحابة، ولكنها أبعد عن مصدر البيانات من عقد الحافة.
قدرة المعالجة	تستطيع تجميع وتحليل بيانات من أجهزة متعددة, أي كم هائل من البيانات	تستطيع معالجة البيانات المحلية لجهاز واحد فقط	العقد الطرفية قادرة على اتخاذ قرارات فورية بناءَ على بيانات محلية. في حين أن عقد الضباب تنفذ مهام وقرارات أكثر تعقيدَ وغير حساسة للوقت
وقت الاستجابة	أبطأ من الحوسبة الطرفية	أسرع من الحوسبة الضبابية	سبب الاختلاف هو قرب عقد الحافة أو الحوسبة الطرفية من مصدر البيانات
كمية البيانات	تتفوق في التطبيقات التي تنتج كميات هائلة من البيانات متعددة المصادر	تتفوق في التطبيقات التي تنتج بيانات قليلة وتعالج محليا	كل تقنية تكمل الأخرى في حال دمجهما و يدعمان الحوسبة السحابية وتقنيات أنترنت الاشياء
الناحية الامنية	أكثر عرضة لهجمات حجب الخدمة الموزعةDDoS	مستوى حماية أفضل لأن البيانات تعالج محلياً	إن وجود عُقد الضباب بين الحافة والسحابة، بدلاً من وجودها مباشرةً على الحافة، يعني أن الحوسبة الضبابية تُوفر سطح هجوم أكبر قليلاً من حوسبة الحافة. الحلول: المراقبة في الوقت الفعلي و Zero Trust Strategy

دمج الحوسبة الضبابية مع الحوسبة الطرفية

يمكن للحوسبة الطرفية دعم الحوسبة الضبابية لما لهما من خصائص تتميز بها كل تقنية وبدمج هاتين التقنيتين يمكن الاستفادة من كلاً من:

- سرعة الاستجابة والتي تتميز بها الحوسبة الطرفية.
- معالجة البيانات ذات المصادر البعيدة وهو ما تتميز به الحوسبة الضبابية
- مستوى الحماية العالي وهو ما تتميز به الحوسبة الطرفية
- القرب من السحابة وهو ما يعزز من الاستفادة من مزاياها وهو ما تتميز به الحوسبة الضبابية.

و أيضا يمكن الاستفادة من هذا الدمج في مجال الرعاية الصحية فمثلا أجهزة مراقبة المرضى المتنقلة او المتواجدة في المستشفيات مثل أجهزة مراقبة الامراض المزمنة كأمراض القلب وضغط الدم والسكري وغيرها في حال حدوث تغير في حالة المريض يمكن للحوسبة الطرفية إرسال تنبيه فوري. بعد ذلك، تُرسل البيانات إلى عقد الضباب لمعالجة أكثر تعقيدًا، ثم تقوم عقد الضباب بتجميع البيانات من أجهزة أخرى، وتجمع هذه البيانات مع مؤشرات حيوية أخرى

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 22-10-2025 - **Accepted**: 20-12-2025 - **Published**: 27-12-2025

Alq J Sci. 2025;1(3):552-558
https://doi.org/10.69667/ajs.25329
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

لإجراء تحليل صحي أكثر شمولًا. ثم تُجري عقدة الضباب تصفية إضافية للبيانات، وتُرسل فقط ما هو ضروري إلى السحابة، مما يُقلل من ازدحام الشبكة ويُضيف طبقة أمان إضافية.

أما في المجال الصناعي فغالبا ما تقع مصانع النفط والغاز في مواقع نائية ,يُمكّن للحوسبة الطرفية إجراء تحليلات آنية مع معالجة أقرب بكثير إلى الأصول، مما يعني تقليل الاعتماد على اتصال عالي الجودة بسحابة مركزية حيث تقوم عقد الضباب بتجميع البيانات من الأجهزة الأخرى. ثم تُجري عقدة الضباب تصفية إضافية للبيانات، وتُرسل فقط ما هو ضروري إلى السحابة، وبهذا نقلل التكاليف.

الخلاصة

تسعى هذه كلا من الحوسبة الطرفية والحوسبة الضبابية إلي جمع ومعالجة بيانات إنترنت الأشياء أو نقاط تجميع بيانات المستشعرات الأخرى. وذلك لغرض التحليل و المعالجة، قبل إرسال البيانات وبثها للسحابة لمزيد من المعالجة أو الارشفة. تعد هذه التقنيات رافد أساسي لتطور العديد من التقنيات الصناعية مثل، تتبع سلاسل التوريد والتطبيقات الزراعية والطبية وغيرها. وتهدف هذه التقنيات الى تحسين كفاءة الامتمة وخفض تكاليف التشغيل وتحسين العمليات والأداء و أمن البيانات.

المراجع

1. Kim T, Yoo SE, Kim Y. Edge/FOG computing technologies for IoT infrastructure. Sensors [Internet]. 2021 Apr 25;21(9):3001. Available from: https://doi.org/10.3390/s21093001
2. Javadzadeh G, Rahmani AM. Fog Computing Applications in Smart Cities: A Systematic survey. Wireless Networks [Internet]. 2019 Dec 12;26(2):1433–57. Available from: https://doi.org/10.1007/s11276-019-02208-y
3. Dastjerdi AV, Gupta H, Calheiros RN, Ghosh SK, Buyya R. Fog Computing: principles, architectures, and applications. In: Internet of Things [Internet]. 2016. p. 61–75. Available from: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805395-9.00004-6
4. Nam HJ, Choi HY, Shin HJ, Kwon HS, Jeong JM, Hahn CH, et al. Security and privacy issues of fog computing. The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences [Internet]. 2017 Jan 31;42(1):257–67. Available from: https://doi.org/10.7840/kics.2017.42.1.257
5. Gaouar N, Lehsaini M. Toward vehicular cloud/fog communication: A survey on data dissemination in vehicular ad hoc networks using vehicular cloud/fog computing. International Journal of Communication Systems [Internet]. 2021 Jun 30;34(13). Available from: https://doi.org/10.1002/dac.4906
6. Laroui M, Nour B, Moungla H, Cherif MA, Afifi H, Guizani M. Edge and fog computing for IoT: A survey on current research activities & future directions. Computer Communications [Internet]. 2021 Sep 23;180:210–31. Available from: https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.09.003
7. Desikan KES, Kotagi VJ, Murthy CSR. Topology control in fog computing enabled IoT networks for smart cities. Computer Networks [Internet]. 2020 Apr 28;176:107270. Available from: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107270
8. Hurbungs V, Bassoo V, Fowdur TP. Fog and edge computing: concepts, tools and focus areas. International Journal of Information Technology [Internet]. 2021 Jan 3;13(2):511–22. Available from: https://doi.org/10.1007/s41870-020-00588-5
9. Daraghmi YA, Daraghmi EY, Daraghma R, Fouchal H, Ayaida M. Edge–FOG–Cloud Computing hierarchy for improving performance and security of NB-IoT-Based health monitoring systems. Sensors [Internet]. 2022 Nov 9;22(22):8646. Available from: https://doi.org/10.3390/s22228646
10. Spiceworks. [Internet]. Cloud Computing Architecture. Spiceworks; 2025[cited 21 Dec 2025]. Available from: https://www.spiceworks.com/soft-tech/what-is-cloud-computing/
11. Ltd R and M. FOG Computing - Global Strategic Business Report [Internet]. Research and Markets Ltd 2025. Available from: https://www.researchandmarkets.com/reports/4845755/fog-computing-global-strategic-business-report?srsltid=AfmBOooiIkFNSRntV8KBhbPuB9RvBojzPRg9g-DfNWdjv4XYs9ovL__O

Copyright *Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 22-10-2025 -* ***Accepted****: 20-12-2025 -* ***Published****: 27-12-2025*