العدد سبعة وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيلول – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

"تقييم أداء إنترنت الأشياء في الحوسبة السحابية"

إعداد الباحثة:

شروق محمد عطاالله الخطيب

حاسوب

بلدية معان الكبرى

العدد سبعة وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيلول – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

الملخص:

يعتبر إنترنت الأشياء (IoT) مخططًا لأجهزة الحوسبة المترابطة التي يتم تزويدها بمعرفات فريدة مع القدرة على نقل البيانات عبر شبكة دون الحاجة إلى تفاعل إنسان إلى كمبيوتر أو حتى تفاعل من إنسان إلى إنسان ، هناك مثال شائع لإنترنت الأشياء الذي يتضمن تقنيات ذكية وأنظمة أمان الكناري والمرايا والحقائب والساعات والقفازات وأنظمة التتبع وغيرها ، ظهرت إنترنت الأشياء في ساحات الحوسبة. نظرًا لهذا الاستخدام المتزايد لإنترنت الأشياء في بعض الجوانب تفصيلية شاملة حول الأداء الرئيسي لإنترنت الأشياء. تم فحص وتحليل تقنيات إنترنت الأشياء الرئيسية، على سبيل المثال، أمان إنترنت الأشياء، والتحكم في ازدحام إنترنت الأشياء، والتحكم في تدفق إنترنت الأشياء، وكفاءة استهلاك طاقة إنترنت الأشياء في جوانب مختلفة من الحوسبة.

المقدمة:

يتم إنترنت الأشياء (IoT) كعامل رئيسي في أنظمة الحوسبة التي تؤثر على الأداء بغض النظر عن استخدامه لحماية البيانات وهي موضوع البحث الرئيسي لإنترنت الأشياء لأن الأنظمة تستمر في التسلل بشكل أعمق إلى حياتنا الخاصة، حيث تستشعر الأنظمة جميع أنواع البيانات وتعالجها وتحفظها. يواجه هذا الموقف العديد من التحديات التي تواجه جوانب الأمان والخصوصية، لا سيما التطبيقات التي تعمل على أنظمة تحديد الموارد المحددة ، حيث يقوم مطور النظام باختيار آليات حماية البيانات الراسخة التي تجعل من الممكن سرية وسلامة البيانات.

على وجه الخصوص، يقومون بفحص أداء العديد من كتل التشفير وأصفار التدفق، وخوارزميات التجزئة، ورموز مصادقة الرسائل ، وآليات التوقيع ، وبروتوكولات تبادل المفاتيح التي يتم إجراؤها على أنظمة محدد الموارد الأكثر تقدمًا. من خلال توفير التقييد وقيم نقل البيانات، تسهل نتائجها المحققة حساب حدود الأداء / حماية البيانات وتسهيل تصميم وتطوير أنظمة إنترنت الأشياء الآمنة.

يتم ربط ملايين الأنظمة بأنظمة أخرى عبر إنترنت الأشياء. تم بحث العديد من مشاهد إنترنت الأشياء ، مثل الأمان ، على نطاق واسع في أبحاث ودراسات سابقة على الرغم من أن البحث يلفت الانتباه حول كيفية تحديد وأمان إنترنت الأشياء. إلى أن مفاده من الخطير للغاية دراسة كيفية استجابة عمليات طرح إنترنت الأشياء عندما يتم إنشاء قيمة هائلة من البيانات بواسطة أنظمة إنترنت الأشياء. إنهم يريدون أيضًا التأكد من أن عمليات طرح الشبكة الحالية لن تواجه أي مشكلة، لأن الخدمات الحالية قد تُمنع. إلى جانب ذلك ، فإن الخصوصية والأمان هما مصدر القلق الهائل لإنترنت الأشياء. كان للخصوصية والأمان مساهمة مضاعفة. في البداية ، درسوا موضوعات الأداء لطرح شبكة إنترنت الأشياء للمعلمات مثل التأخير ، والحمل ، والإنتاجية، ثم قاموا بتحليل النفقات العامة التي تم إنشاؤها نتيجة لنشر الأمن في إنترنت الأشياء.

تتمثل أهم الاهتمامات المتعلقة بشبكات إنترنت الأشياء في أمن توصيلات عقد إنترنت الأشياء وطبقة النقل. حيث يتم فرض الجزء الأكبر من عقد إنترنت الأشياء في ظروف ذات تأثير هائل في الاستخدام والقدرات الحسابية ، يمكن ملاحظة أمان اتصالاتها بسهولة في كثير من الأحيان. لذلك، ترى الأنظمة الأساسية الجديدة لأجهزة إنترنت الأشياء هذا الغياب للأمان من خلال احتواء قدرات التشفير المتزايدة للأجهزة. ستظهر هذه الفرصة لممارسة أسلوب الأمان المتميز مثل بروتوكول أمان طبقة النقل (TLS).

يؤدي التوسع السريع في إنترنت الأشياء إلى إنتاج كميات هائلة من البيانات. شرح حماية بيانات إنترنت الأشياء الحساسة التي تسمى وحدة ضباب تطبيق السياسات (PEFM). يُعد التنفيذ الإجباري لسياسات منفصلة للبيانات الحساسة لإنترنت الأشياء – أينما كانت هذه البيانات متاحة طوال دورة حياتها ، مهمة رئيسية لحل PEFM. خاصية PEFM هي موقعها في البنية التحتية لحوسبة الضباب ، والتي تضمن أن PEFM تعمل بأكبر قدر ممكن تقريبًا لمصادر البيانات الموجودة في قواعد البيانات. ويتيح PEFM للتطبيقات البعيدة طريقة آمنة ذاتية تعتمد على بناء وبث حزم البيانات النشطة (ADBs). في المقابل ، بالنسبة للتطبيقات المحلية ، تستخدم PEFM سياسة إنترنت الأشياء مباشرة.

تعريف إنترنت الأشياء:

إنترنت الأشياء هو مفهوم متطورلشبكة الإنترنت بحيث تمتلك كل الأشياء في حياتنا قابلية الاتصال بالإنترنت أو ببعضها البعض لإرسال واستقبال البيانات لأداء وظائف محددة من خلال الشبكة.

وهو ما يعني الجيل الجديد من الإنترنت او الشبكة التي تمنح إمكانية التفاهم بين العقد المترابطة مع بعضها البعض من خلال بروتوكوت الإنترنت. وتضم هذه العقد الأجهزة والأدوات والمستشعرات و الحساسات وكذلك أدوات الذكاء الاصطناعي المتنوعة و غيرها يتجاوز هذا التعريف المفهوم التقليدي الذي يقصد به تواصل الأشخاص من خلال الحواسيب والهواتف الذكية من خلال شبكة عالمية واحدة ومن خلال الطرق التقليدية المعروفة.

لكن إنترنت الأشياء تعطي للفرد حرية التنقل و التحرر من المكان أي أن الإنسان يستطيع أن يتحكم في الوسائل دون حاجته أن يكون في مكان معين لمتحكم بجهاز معين، بالإضافة إلى ذلك تعطي الأشياء إمكانية التواصل مع بعضها البعض لخدمة الانسان دون أي تدخل بشري.

مكونات إنترنت الأشياء:

لمحصول على إنترنت الأشياء نحن بحاجة إلى: إنترنت , أشياء, معرفات ليذه الأشياء على شبكة الإنترنت (عنوانIP) وبروتوكولات الإتصال.

الأشياء: إن الاشياء في تعبير إنترنت الأشياء هي وحدات فيزيائية موصولة بالإنترنت عن هويتها وعن حالتها. يمكن اعتبار أي شيء (حتى البشر) يمكن ربط حساس معه كشيء أو كعقدة في إنترنت الأشياء. الحساسات فهي المكونات التي تجمع وتنشر البيانات المختلفة, مثل: الموقع والارتفاع والسرعة والحرارة وشدة الإضاءة والحركة والطاقة والرطوبة وسكر الدم وجودة الهواء ورطوبة التربة وغيرها الكثير. هذه العناصر ليست حواسيب، مع أنها قد تحوي نفس عناصر الحواسيب مثل المعالج والذاكرة والتخزين والإدخال والإخراج ونظام التشغيل والبرمجيات. ما يميز أنها رخيصة الثمن، وسعرها يتناقص باستمرار، ومتوافرة بكثرة، ويمكنها التخاطب إما مباشرة مع الإنترنت أو مع أجهزة متصلة بالإنترنت.

من النقاط التي يجب التركيز عليها أن نماذج نقل البيانات بين الآلات في إنترنت الأشياء سيختلف عن النموذج التقليدي في الإنترنت بين البشر. فالتواصل بين الآلات سيكون أكثر عددا من حيث عقد التواصل. لكن أغلبها سيخلق حركة تتجه أكثر نحو التحميل إلى الخوادم والتنزيل منها.

تتطلب تطبيقات التواصل بين الآلات توصيل المعلومات ومعالجتها في الزمن الحقيقي. ويجب أن تكون أغلب العقد تجهيزات منخفضة استهلاك الطاقة جدا أومغذاه ذاتيا بالطاقة مثل الطاقة الشمسية.

معمارية إنترنت الأشياء IOT Architecture:

تتألف بشكل أساسي من ثلاث طبقات :

طبقة الاستشعار (Sensing Layer): يتم إنجاز هذه الطبقة على مرحلتين، مرحلة الحصول على البيانات (Data Acquisition) من خلال الأشياء، ومن ثم يتم تجميع هذه البيانات في طبقة تجميع البيانات (Data Collaboration) وخاصة في حال الأنظمة الضخمة حيث يتم تجميع هذه البيانات في أجهزة وسيطة وارسالها إلى الطبقة التالية.

طبقة الشبكة (Network Layer): هذه الطبقة الوسيطة ما بين طبقة الاستشعار وطبقة التطبيقات حيث يتم في هذه الطبقة ارسال البيانات عبر الإنترنت باستخدام العديد من بروتوكولات الإنترنت إلى طبقة التطبيقات.

طبقة التطبيقات (Application Layer): تختلف هذه الطبقة باختلاف نوعية نظام إنترنت الأشياء المطبق وهي تقسم على مرحلتين: طبقة الدعم الفرعية وهنا يتم معالجة البيانات وتحميلها، وطبقة الخدمة الفرعية يتم في هذه الطبقة الاستجابة وفقا لبنية ونوعية التطبيق.

فوائد إنترنت الأشياء:

1–التواصل مع الأشياء: من خلال الإنترنت ستكون قادراً في أي وقت من الأوقات على أن تعرف الكثير من المعلومات عن أي شيء حولك باستخدام جهازك المحمول أو باستخدام أي طريقة اخرى.

يمكن مراقبة الازدحام في شبكات النقل، التسرب في شبكات الصرف الصحي لمعرفة مواقع الخلل بعد تزويدها بحساسات تتصل إلى الإنترنت.

التحكم: العملية اللاحقة للمراقبة هي التحكم. فعندما يلاحظ المستشفى خلال في ضربات القلب يرسل لك رسالة بأن تتوقف عن بذل المجهود ويرسل لك سيارة إسعاف. والبيانات المتبادلة عن مواقع السيارات وحالة الطرق تستخدم لتخفيف الازدحام.

محركات البحث الحقيقية : بعد أن كان الإنترنت حكرا على المعلومات سيكون بإمكانك البحث عن أشياء حقيقية مثل مفاتيح السيارة, وغيرها من الأشياء بمجرد ربط حساس.

تعريف الحوسبة السحابية:

المعنى الجوهري للمحوسبة السحابية هو تقديم (حسب الطلب) مصادر وتطبيقات تقنية المعلومات عبر الإنترنت والدفع حسب الاستخدام. تساعد الخدمة السحابية على توفير طريقة مرنة ومنخفضة التكلفة للوصول إلى مصادر تقنية المعمومات اللازمة لدعم العمليات المتنوعة لمجالات الأعمال الإلكترونية.

أي نقل عملية المعالجة من جهاز المستخدم إلى أجهزة خادمة عبر شبكة الإنترنت, وحفظ المستخدم ليستطيع الوصول إليها من أي مكان وأي جهاز , لتصبح البرامج مجرد خدمات, وليصبح حاسوب المستخدم مجرد واجهة أو نافذة رقمية.

الحوسبة السحابية هي مصطلح عام مستخدم للدلالة على نوع جديد من الخدمات الحاسوبية التي تشكل الشبكات أساسا لها والتي تتخذ من الإنترنت مكانا لها لتشكل بيئة متاحة للمستخدم تضم التطبيقات المخزنة على السحابة والمطلوبة من العميل حسب حاجته ليتم تشغيلها عبر المتصفح, وهي المصادر والأنظمة الحاسوبية المتوافرة تحت الطلب عبر الشبكة والتي تستطيع توفير عدد من الخدمات الحاسوبية المتكاملة دون التقيد بالموارد المحمية بهدف التسهيل على المستخدم قدر الامكان.

الحوسبة السحابية لها العديد من السمات، أهميا:

1- مشاركة البنية التحتية: باستخدام نموذج برمجي افتراضي, يتم السماح بمشاركة الخدمات العتادية كالخزن وموارد الشبكة. إن البنية التحتية للسحابة وبغض النظر عن النموذج المستخدم, مصممة للاستفادة من البنية التحتية المخصصة لها لأكبر عدد من المستخدمين المتاحين.
2- التخصيص الديناميكي: يسمح التخصيص الديناميكي بتزويد الخدمات بالاعتماد على حاجة المستخدم, هذه الخطوة تتم أوتوماتيكيا باستخدام برمجيات معينة, تقوم بتوسيع أو تقميص ميزت الخدمة حسب الرغبة. هذه العملية يجب أن تحدث تحت شروط أهمها السرعة والتوافقية والأمان.
3- النفاذ للشبكة: إن انتشار الخدمات في السحابة تتضمن كل شيء من استخدام تطبيقات الأعمال إلى آخر التطبيقات على أحدث الأجهزة الجوالة الذكية.
4- البيانات المدارة: تتم عبر استخدام اعدادات افتراضية لإدارة و حساب كمية الخدمات المقدمة للمستخدم وبعد ذلك تقوم بتزويد المستخدم بتقرير عن الفاتورة, وبشكل عام فالمستخدمون يدفعون بالاعتماد على كمية وكيفية استخدامه للخدمات السحابية وذلك خلال فترة الفاتورة.

باختصار فإن الحوسبة السحابية تسمح بمشاركة و تحجيم نوع وكمية الخدمات حسب الرغبة وبطريقة فوترة عادلة (حسب الاستخدام).

مزايا تقنية الحوسبة السحابية:

1- الخدمة الذاتية: وهي إمكانية استخدام التطبيقات المتاحة في السحابة، مثل تطبيقات مستندات Google، جداول البيانات وقواعد البيانات، بحيث يستطيع أي مستخدم إنشاء الملفات وتعديمها وحفظها في بنية السحابة باستخدام مستعرض الويب وفقا لحاجاته.

2-التوافرية والمرونة: الوصول لمتطبيقات والموارد المتاحة في السحابة من أي مكان وفي أي وقت يساعد على سهولة الوصول للبيانات والمعلومات في الوقت المطلوب كما توفر المزيد من المرونة من خلال تمكين الوصول إلى المعلومات والتطبيقات بواسطة مجموعة واسعة من المواقع والخدمات, كما أن مشاركة المصادر من خلال خدمات الحوسبة توفر سيولة ومرونة.

2- توفير وخفض التكاليف: يمكن للمنظمات تقليل وخفض النفقات من خلال الدفع فقط حصول على الخدمات التي يستخدمونها, ويحتمل أن تكون عن طريق خفض أو إعادة توزيع المعلومات.

أنواع الحوسبة السحابية:

1- السحابة العامةPublic Cloud Computing: وهي عبارة عن بنية تحتية توفر جميع تطبيقات وموارد الحوسبة ولكن لمجموعة من العملاء وتكون التطبيقات على الخدمات السحابة.

2- السحابة الخاصPrivate Cloud Computing: وهي عبارة عن بنية تحتية أيضا و لكن مستأجرة لشخص أو مؤسسة واحدة بحيث تعمل لحسابه وتحت تصرفه الكامل في البيانات والأمان وجودة وكفاءة الخدمة.

3-السحابة اليجينة Hybrid Cloud Computing: وهي بنية تحتية تجمع بين النماذج السحابية العامة والخاصة بحيث يمكن توفير كل منها.

الهدف والمساهمة

الهدف من هذا العمل هو تحسين وتحليل أداء الأنظمة السحابية من حيث الإنتاجية ، ومعدل الانخفاض، والاستخدام من خلال النظر في الخوادم المتجانسة وغير المتجانسة ، وفئات الأولوية لطلبات إنترنت الأشياء لأن بعض طلبات إنترنت الأشياء مثل الصحة حساس للتأخير. **ويمكن تلخيص المساهمات الرئيسية لهذا العمل على النحو التالي:**

(1) يُقترح جدولة الخادم المخصص الديناميكي المتجانس (DDSS) والجدولة الديناميكية غير المتجانسة للخادم المخصص (h–DDSS) ، ويتم شرح إجراء الجدولة.

(2) يتم اشتقاق مقاييس الأداء الأعلى والأدنى (متوسط الإشغال، ومعدل الانخفاض، ومتوسط التأخير ، والإنتاجية لكل فئة من فئات التطبيق) لخوارزمية الجدولة المقترحة بطريقة صحيحة باستخدام نظرية قائمة الانتظار.

(3) يتم التحقق من التعبيرات المشتقة لمقاييس الأداء من خلال عمليات محاكاة واسعة النطاق.

تُظهر النتائج أن h–DDSS و DDSS يحسنان بشكل كبير معدل الإسقاط والإنتاجية باستخدام مستويات الأولوية المناسبة لفئات طلبات إنترنت الأشياء في الحوسبة السحابية. ستساعد خوارزمية الجدولة المقترحة والتحليل المرتبط بها مزودي الخدمات السحابية على بناء خوارزميات جدولة خادم فعالة قابلة للتكيف مع الإنسان. أنظمة الخادم الجينية وغير المتجانسة من خلال مراعاة مقاييس أداء النظام ، مثل معدل الانخفاض والإنتاجية والاستخدام.

تكامل الحوسبة السحابية (Cloud Computing) و إنترنت الأشياء (IoT):

قبل الخوض في هذا التكامل ما هو إنترنت الاشياء (IoT): هو عملية اعطاء كل ما حولك من اجهزة معرف اي بي (IP) خاص بها وتوفير شبكة الإنترنت لها وذلك للتحكم فيها الكترونيا بواسطة الإنترنت واول من استخدم مصطلح إنترنت الأشياء هو كيفن أشتون.

القاسم المشترك بين الحوسبة السحابية وإنترنت الاشياء هو الإنترنت والتواصل الشبكي حيث كل منهما تستخدم مفهوم الإنترنت, ففي الحوسبة السحابية يستخدم الإنترنت لتوصيل للخدمات، وفي إنترنت الاشياء يستخدم الإنترنت لتوصيل الاجهزة بالخادمات المركزية.

في الاونة الاخيرة زادت الاستثمارات العالمية في مجال الحوسبة السحابية والتخزين السحابي وهذا بدوره يدعم بصورة كبيره فكرت إنترنت الاشياء وربط كل اجهزة العالم بالإنترنت والوصول لبياناتها سحابيا.

في المستقبل يسعي الباحثون لإنشاء المدن الذكية التي يتم التحكم فيها بواسطة شبكة الإنترنت ويتم تخزين بياناتها سحابيا والتحكم الرقمي بها وستستخدم تلك التقنية في المستشفيات والمصانع ومحطات الطاقة و السيارات والقطارات والطائرات وحتي الاجهزة الكهربائية داخل المنزل من مصابيح وتلفاز واجهزة التكيف وغيره.

يتخيل لك للوهلة الاولى ان هذا الامر مستحيل او غير منطقي ولكن ليس كذلك فقد انطلق بالفعل التكامل بين التكنولوجيا لتخدم المدن الذكية و التطور الذي صاحب بروتوكول الإنترنت وتحوله للاصدار السادس من اهم التحولات لتحقيق هذه الاهداف، رغم بعض المقاومة من المستخدمين لإستخدام تلك التقنيات وتخوفهم منها ولكن هي بالفعل اقتحمت حياتهم واثرت فيها.

فرص إنترنت الأشياء

تقنية إنترنت الأشياء كأداة من أدوات التحول الرقمي، فتحت العديد من الفرص في مجال الأعمال وغيرها، ومن ذلك على سبيل المثال لا الحصر:

1- تطبيقات إنترنت الأشياء للأعمال.
2- تمكين منصات الحوسبة السحابية.

إذ إن كلاً من تكنولوجيا إنترنت الأشياء، وتكنولوجيا الحوسبة السحابية، تعمل يداً بيد، حيث إن العامل الأساسي لنمو تكنولوجيا إنترنت الأشياء، مرتبط بالابتكار في منصات الحوسبة السحابية، ولذا فإن تطبيقات إنترنت الأشياء التي تُقدَّم كخِدْمات حاسوبية ضمن الحوسبة السحابية، تتيح للمطورين نشر تطبيقات إنترنت الأشياء على هذه المنصات بسرعة وسهولة.

تحديات إنترنت الأشياء

هناك العديد من التحديات التي تقف في وجه تقنية إنترنت الأشياء ومنها ما يلي، ونذكرها كعناوين:

- تحديات أمن المعلومات.
- تحديات اللوائح المنظمة لهذا النوع من التكنولوجيا.
- تحديات التوافق والربط مع التقنيات الأخرى.

لتكنولوجيا إنترنت الأشياء، العديد من التطبيقات في شتى المجالات، وإليكم قائمةً بأهم سبعة تطبيقات

1- تطبيقات الصناعة، ومنها خطوط الإنتاج، وهي الأعلى تطبيقاً بنسبة 22%.
2- تطبيقات النقل، ومنها السيارات ذاتية القيادة، بنسبة 15%.
3- تطبيقات الطاقة التي ارتفعت بنسبة 14%.
4- تطبيقات تجارة التجزئة، وبلغت نسبتها 12%.

5- تطبيقات المدن الذكية، حيث بلغت نسبة تطبيقاتها 12% أيضا.
6- تطبيقات العناية الصحية، وبلغت نسبتها 9%.
7- تطبيقات سلسلة الإمداد والتي بلغت نسبتها 7%.

تأثيرات إنترنت الأشياء

تكنولوجيا إنترنت الأشياء لها تأثيرها الواضح على الشركات والحكومات، ومن هذه التأثيرات ما يلي:

1- قياس الإنتاجية لعمليات خطوط الإنتاج من خلال تدفق البيانات بين الحساسات وأنظمة تخطيط موارد المؤسسات.
2- فهم أفضل للسوق وللمستهلكين، حيث بدأت الشركات والحكومات باستخدام أنظمة الكاميرات سواء داخل الأسواق عند إطلاق منتجات جديدة، أو الحركة عند إشارات المرور، وذلك لقياس سلوكهم في هذه المواقف.
3- زيادة الانتاجية وتقليل التكاليف من خلال أتمتة العمليات باستخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء التي ترسل البيانات من الحساسات والمستشعرات بطريقة آلية دون تدخل بشري، والتي تستخدم مثلاً في تحديد أقصر طريق للوصول إلى الوجهة المطلوبة، أو استخدام الطائرات المسيرة لتحديد المشاكل في خطوط أنابيب نقل النفط.

الخاتمة:

كما تم بناء نظام إنترنت الاشياء و ارسال البيانات و تجميعها ومعالجتها بداخل. تم فحص وتحليل تقنيات إنترنت الأشياء الرئيسية، على سبيل المثال، أمان إنترنت الأشياء، والتحكم في ازدحام إنترنت الأشياء، والتحكم في تدفق إنترنت الأشياء، وكفاءة استهلاك طاقة إنترنت الأشياء في جوانب مختلفة من الحوسبة.

الملخص لأداء إنترنت الأشياء استخدام التقييم في تطوير النماذج التي تحل المشكلات التكنولوجية الحالية المعروضة.

المصادر والمراجع:

T. Shon, J. Cho, K. Han, and H. Choi, “Toward advanced mobile cloud computing for the internet of things: Current issues and future direction,” Mobile Networks and Applications, vol. 19, no. 3, pp. 404–413, June 2014.

L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “The internet of things: A survey,” Computer Networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787 – 2805, Oct 2010.

T. Heath, B. Diniz, E. V. Carrera, W. M. Jr., and R. Bianchini, “Energy conservation in heterogeneous server clusters,” in Principles and Practice of Parallel Programming, Chicago, IL, June 15-17, 2005, pp. 186–195.

J. Mars and L. Tang, “Whare-map: Heterogeneity in ”homogeneous” warehouse-scale computers,” SIGARCH Comput. Archit. News, vol. 41, no. 3, pp. 619–630, June 2013.

J. Mars and L. Tang, “Whare-map: Heterogeneity in ”Homogeneous” Warehouse-scale Computers,” in 40th Annual International Symposium on Computer Architecture, Tel-Aviv, Israel, June 23-27, 2013, pp. 619–630.

Q. Zhang, M. F. Zhani, R. Boutaba, and J. L. Hellerstein, “Dynamic heterogeneity-aware resource provisioning in the cloud,” IEEE Transactions on Cloud Computing, vol. 2, no. 2, pp. 1–34, Mar 2014.

W. Ellens, M. Zivkovic, J. Akkerboom, R. Litjens, and H. van den Berg, "Performance of cloud computing centers with multiple priority classes," in IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), Honolulu, HI, June 24-29, 2012, pp. 245–252.

Y. Hu, J. Wong, G. Iszlai, and M. Litoiu, "Resource provisioning for cloud computing," in Conference of the Center for Advanced Studies on Collaborative Research (CASCON '09), Toronto, Canada, Nov 2-5, 2009, pp. 101–111.

G. Oparin, V. Bogdanova, S. Gorsky, and A. Pashinin, "Service-oriented application for parallel solving the parametric synthesis feedback problem of controlled dynamic systems," in Proceedings of InternationalConvention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, pp. 353–358, IEEE, 2017.

P. P. Ray, D. Dash, and D. De, "Internet of things-based real-time model study on e-healthcare: Device, message service, and dew computing," Computer Networks, vol. 149, pp. 226–239, 2019.