شبكة توصيل المحتوى المعتمدة على بيئة الحوسبة الضبابية

فاطمة محمد الغامدي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم
(تقنية المعلومات)

ا.د. أحمد برناوي
د. سوسن محفوظ

كلية الحاسبات وتقنية المعلومات
جامعة الملك عبد العزيز
جدة – المملكة العربية السعودية
شعبان ١٤٣٩هـ – مايو ٢٠١٨ م

شبكة توصيل المحتوى المُعْتَمِدة على بيئة الحوسبة الضبابية

فاطمة محمد الغامدي

المستخلص

شبكة توصيل المحتوى أو توزيع المحتوى، يرمز لها CDN، هي عبارة عن مجموعة من الخوادم تحوي بداخلها نسخا من محتويات الانترنت، وتكون موزعة في عديد من المواقع الجغرافية حول العالم حتى توفر للمستخدمين وصولا أسرع لهذه المحتويات. شهدت هذه الشبكة تطوراً ملحوظاً خلال السنوات الأخيرة و أصبحت جزءًا مهماً من الإنترنت لتحسين جودة الخدمة وكذلك رفع مستوى رضا المستخدمين. مؤخراً، أصبحت ال CDN تواجه تحدياً كبيراً وذلك نظرا للتطور السريع في تطبيقات الويب والإقبال الشديد عليها من قبل المستخدمين الذي أدى بدوره إلى تزايد العبء على خوادمها، وبالتالي قصور خدماتها. في هذا العمل البحثي، تم وصف منظور جديد حول خدمة توصيل المحتوى استخدمنا فيه تقنية الحوسبة الضبابية لموازنة ذلك العبء المتزايد وبالتالي توصيل المحتوى بشكل أفضل. لقد ظهرت تقنية الحوسبة الضبابية تزامناً مع التوجه الجديد في العالم التقني الذي يُدعى بـ "إنترنت الأشياء" وهي عبارة عن بيئة حوسبية موسعة لبيئة الحوسبة السحابية مع كثير من الميزات البارزة التي دفعتنا إلى استخدامها لتحسين أداء ال CDN. نحن في هذا العمل اقترحنا بناء شبكة توصيل محتوى تكون فيه خوادم الحوسبة الضبابية على أطراف خوادم الCDN حتى توفر مستوى إضافياً لتوصيل المحتوى استنادا إلى طريقة الشبكة المعلوماتية ICN وهي بنية شبكية جديدة ، أكثر تكيفًا مع الاستخدام الحالي للإنترنت (أي توزيع المحتوى) ولها العديد من المزايا مقابل شبكات الخوادم التقليدية. من أجل تحسين كفاءة التخزين المؤقت في خوادم الحوسبة الضبابية، قدمنا استراتيجية قائمة على تخزين المحتوى الأكثر شيوعا فقط. فبالتالي، هذا الهيكل الذي اقترحناه لايعمل فقط على حل مشكلة العبء على خوادم ال CDN، وإنما يزيد من اتساع شبكة ال CDN بواسطة خوادم الحوسبة الضبابية التي تعمل في مواقعها على توفير المحتوى المحلي وتضمن وصولاً أسرع وأكثر موثوقية إلى المحتوى بفضل طريقة ال ICN. للتحقق من صحة هذا التصميم، قمنا بتنفيذ ال CDN الذي اقترحناه في أداة محاكاة الشبكات، ثم قمنا بتقييم أدائها وبشكل أكثر تحديدًا، قمنا بتعديل بروتوكول التوجيه التقليدي المسمى OLSR ليعمل بطريقة ICN، أي يستخدم أسماء المحتوى كدليل للتوجيه بدلا من عناوين الخوادم وأسميناه CA-OLSR. وأيضا قمنا بدمج استراتيجية التخزين المؤقت التي اقترحناها في بروتوكول التوجيه ليتم تخزين المحتوى الأكثر شيوعا MPC في الموجه. من خلال تجارب المحاكاة، وجدنا أن CA-OLSR يحقق نتائج أفضل من ناحية كمية البيانات المستلمة بنجاح وكذلك زمن التوصيل مقارنةً بـ OLSR الأصلي الذي نفذناه في شبكات CDN المُعتَمِدة على بيئة الحوسبة السحابية. من ناحية أخرى، وجدنا أن استراتيجية التخزين المؤقت MPC تحقق معدلاً أعلى لإجابة طلبات المستخدمين مع محتوى تخزين أقل مقارنةً باستراتيجية التخزين المؤقت الافتراضية التي لاتضع قيودا على تخزين المحتويات. من المتوقع أن يعمل هذا الحل الجديد الذي اقترحناه في هذا العمل البحثي على توسيع مدى وصول شبكات توصيل المحتوى (CDNs) وكذلك تعدد وظائفها.

شبكة توصيل المحتوى المُعْتَمِدة على بيئة الحوسبة الضبابية

فاطمة محمد الغامدي

الملخص

مع التطورالمتواصل في الإنترنت وتطبيقات الويب أصبحت شبكات توصيل المحتوى CDN موضوعاً ساخناً تُدرس فرصه وتحدياته. التحدي الرئيس الذي تناولناه في هذا العمل البحثي هو موازنة العبء الثقيل الواقع على خوادم ال CDN وتلبية متطلبات تطبيقات الإنترنت الحديثة.

بخلاف الحلول التي أُقترحت سابقاً، اقترحنا في هذه الأطروحة دمج نظام ال CDN في بيئة الحوسبة الضبابية وناقشنا استخدام الحوسبة الضبابية باعتبارها وسيلة لتوصيل المحتوى. قدمنا هيكلاً جديداً لشبكة توصيل المحتوى تكون فيه خوادم الحوسبة الضبابية على أطراف خوادم الCDN وتقدم خدمات التخزين المؤقت في مواقع أقرب للمستخدمين. في هذا الهيكل، خوادم ال CDN توفرخدمة توصيل المحتوى على نطاق واسع، على حين أن خوادم الحوسبة الضبابية توفرها على نطاق محلي في الموقع الذي تتواجد فيه. بهذا التصميم يمكن أن تُحل مشكلة العبء الواقع على خوادم ال CDN وبالتالي تتوسع خدماتها بكفاءة عالية.

بينما تقدم CDN خدمة توصيل المحتوى باعتبارها خدمة تطبيقية، الشبكة المعلوماتية ICN تقدمها باعتبارها جزءًا من خدمات الشبكة. المقارنة بينهما أوضحت أن كل طريقة لها ميزاتها

وعيوبها، بينما ال CDN تتفوق في طريقة التخزين المؤقت وتقدمها على نطاق واسع، ال ICN تتفوق في طريقة توجيه البيانات إذ تعتمد على اسم المحتوى بدلا من عنوان الخادم الذي يحتويه. وتبعا لذلك يكون توجيه البيانات في ال ICN أسرع وأكثر موثوقية.

للحصول على أفضل مميزات ال CDN و ICN، اقترحنا أن يتم ربط خوادم الحوسبة الضبابية على نحوٍ مماثل لطريقة ال ICN. على وجه أدق، قمنا بتعديل بروتوكول التوجيه التقليدي المسمى OLSR حتى يوجه طلبات المستخدمين بناء على اسم المحتوى بدلاً من عنوان الخادم الذي يحتويه واستخدمنا لهذا البرتوكول الرمز CA-OLSR . تقوم خودام الحوسبة الضبابية في الهيكل الذي اقترحناه بتوجيه طلبات المستخدمين بناء على طريقة البرتوكول CA-OLSR وكذلك تقوم بتخزين المحتوى لديها تخزيناً مؤقتاً؛ لتحسين كفاءة التخزين المؤقت في خوادم الحوسبة الضبابية، قدمنا استراتيجية قائمة على تخزين المحتوى الأكثر شيوعاً فقط.

من خلال تجارب المحاكاة، قيمنا أداء توصيل المحتوى الذي يتم في الشبكة المعتمدة على بيئة الحوسبة الضبابية التي اقترحناها. وكذلك أجرينا مقارنة مع هيكلين مشابهين لتوصيل المحتوى، الأول: هو شبكة توصيل محتوى معتمدة على بيئة الحوسبة الضبابية أيضا لكنها تقوم بتوصيل المحتوى الطريقة التقليدية وليس بطريقة ICN ولاتنفذ قيوداً على التخزين المؤقت، الثاني هو: شبكة توصيل محتوى معتمدة على بيئة الحوسبة السحابية وكذلك تقوم بتوصيل المحتوى بالطريقة التقليدية.

أظهرت نتائج التجارب التي أجريناها أن الشبكة المعتمدة على بيئة الحوسبة الضبابية التي اقترحناها تتفوق على الهيكلين الآخرين من ناحية كمية البيانات المستلمة بنجاح، وكذلك من ناحية زمن التوصيل أياً كان عدد المستخدمين. ومن جهة أخرى، تحقق استراتيجية التخزين المؤقت التي اقترحناها معدلاً أعلى لإجابة طلبات المستخدمين مع عمليات تخزين أقل مقارنةً باستراتيجية التخزين المؤقت الافتراضية التي لاتنفذ قيودا على تخزين المحتويات.

من خلال هذه الدراسة أثبتنا فعالية التصميم الذي اقترحناه، وأنه حل واعد لتوصيل التطبيقات التي تحتاج استجابة لحظية. إضافة إلى ذلك، فإن الخصائص الموروثة من الحوسبة الضبابية من شأنها أن تضمن تقديم التطبيقات الحديثة بجودة عالية.

Content Delivery Network Based on Fog Computing Environment

Fatimah Mohammed Alghamdi

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science in Information Technology

Supervised By
Prof. Ahmed Barnawi
Dr. Saoucene Mahfoudh

Faculty of Computing and Information Technology
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH-SAUDI ARABIA
Shaaban 1439 H – May 2018 G

Content Delivery Network Based on Fog Computing Environment

Fatimah Mohammed Alghamdi

ABSTRACT

Along with continuing evolution of Internet and its applications, the Content Delivery/Distribution Network (CDN) has become a hot topic with both opportunities and challenges. CDN was mainly proposed to solve the content availability and download time issues, by delivering the content through edge cache servers deployed around the world. The CDN technology helps optimize the traffic on the original servers, but with the increasing demand of Internet contents, the edge servers have become overloaded. In this research work, a new perspective on edge content delivery service is described to scale such bottleneck and optimize the overall delivery performance. The Fog computing technology has emerged recently with salient capabilities that motivated us to integrate it within CDN model. We have proposed to introduce Fog nodes at the edge of CDN servers to provide additional level of content delivery based on the information Centric Networking (ICN) approach. ICN is a new networking architecture, much more adapted to the current Internet usage (i.e. content distribution) and has many advantages against traditional host-centric networking. Moreover, we presented a popularity-based caching strategy followed by Fog nodes to improve the caching efficiency. Our Fog-based CDN architecture not only solves the bottleneck problem but also extends the CDN more to the network edge in which the Fog node acts as local content delivery network and offers more reliable and faster access to content. To validate our design principle, we have implemented our proposed architecture and major protocol components in a network simulator tool, then we have evaluated its performance. More specifically, we have modified the Optimized Link-State Routing (OLSR) protocol to be content aware (CA-OLSR) i.e. uses content names as routing label. Furthermore, we have integrated CA-OLSR with the popularity-based caching strategy, which caches only the most popular content (MPC). Through extensive simulation experiments, we have showed that CA-OLSR gives higher packet delivery ratio (PDR) and lower delay compared to original OLSR that is implemented in Cloud-based and pure Fog-based CDNs. On the other hand, MPC caching strategy achieves a higher cache hit rate with less caching operations compared to the existing default caching strategy. This novel solution is expected to extend the reach, scale and functionality of content delivery networks.