



HAL
open science

Générateur de Trafic IoT

Hung Nguyen-An, Thomas Silverston, Taku Yamazaki, Takumi Miyoshi

► **To cite this version:**

Hung Nguyen-An, Thomas Silverston, Taku Yamazaki, Takumi Miyoshi. Générateur de Trafic IoT. CORES 2021 – 6ème Rencontres Francophones sur la Conception de Protocoles, l'Évaluation de Performance et l'Expérimentation des Réseaux de Communication, Sep 2021, La Rochelle, France. hal-03220963

HAL Id: hal-03220963

<https://hal.science/hal-03220963>

Submitted on 7 May 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Générateur de Trafic IoT

Hung Nguyen-An^{1,2}, Thomas Silverston¹, Taku Yamazaki¹ et Takumi Miyoshi¹

¹Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japon

²Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

L'Internet des objets (IoT) va compter pour une part importante du trafic de l'Internet et son impact est encore largement méconnu. Il est ainsi important d'en étudier les caractéristiques. Dans cet article, en se basant sur nos expériences de mesures d'une maison connectée, nous modélisons le trafic IoT et nous proposons un nouveau générateur de trafic IoT appelé IoTTGen. Les propriétés du trafic IoT sont étudiées en calculant l'entropie réseau des paramètres du trafic. Notre générateur permet de générer efficacement de grandes quantités de trafic et parvient à capturer les caractéristiques du trafic IoT.

Mots-clés : Internet des Objets, Métrologie, Modélisation, Entropie

1 Introduction

Les objets connectés se sont largement démocratisés ces dernières années et selon l'*International Data Corporation*, plus de 41 milliards d'objets seront connectés à l'Internet en 2025, ce qui représentera plus de 79 Zettaoctets de données [1]. Ces objets ont déjà un impact sur notre quotidien et il existe de plus en plus de capteurs sophistiqués accessibles à distance, qui accomplissent des tâches complexes dans divers environnements tels que la maison connectée (*smart-home*), l'e-Santé, l'Industrie 4.0 ou les villes intelligentes (*smart-cities*). Par exemple, il est maintenant courant d'avoir plusieurs capteurs domotiques pour contrôler le système d'éclairage (lumières, interrupteurs), le thermostat, obtenir des informations météorologiques (température, humidité), disposer d'un système de vidéosurveillance le tout intégré à une enceinte connectée [2], ou bien des objets de santé comme des pèse-personnes, des électrocardiogrammes, des oxymètres ou autres capteurs de sommeil.

Ces objets connectés vont compter pour une part importante du trafic de l'Internet et il est essentiel d'en étudier le comportement. Le trafic IoT présente des caractéristiques différentes de celles de l'Internet en raison de la diversité des sources de trafic, de leur multiplicité, de l'hétérogénéité des objets et de leur ressources et des nouveaux services aux utilisateurs, ce qui conduit à de nouveaux modèles de trafic [3]. Les générateurs de trafic sont des outils essentiels pour évaluer les performances d'un réseau et modéliser son trafic [4]. Ainsi, plusieurs générateurs de trafic tels que Iperf, PackETH, D-ITG ou Ostinato [5] se focalisent sur le trafic Internet et ne permettent pas l'évaluation de configurations liées à l'Internet des objets.

Ainsi, afin d'étudier les caractéristiques du trafic IoT, nous avons mis en place une plateforme expérimentale reproduisant une maison connectée et effectué des mesures de trafic. En nous basant sur nos observations expérimentales, nous avons conçu IoTTGen [6] (*IoT Traffic Generator*), un nouveau générateur de trafic capable de générer le trafic d'objets connectés de différents environnements, scénarios et facteur d'échelle. L'entropie réseau du trafic IoT mesuré ainsi que du trafic généré par IoTTGen est calculée et notre générateur parvient à modéliser les caractéristiques du trafic IoT. Il peut ainsi être utilisé comme outil de modélisation de réseaux IoT complexes.

2 Plateforme expérimentale : maison connectée

Nous avons tout d'abord déployé une plate-forme expérimentale avec 5 objets connectés dans une maison : une ampoule, deux prises électriques, une caméra et une enceinte (figure 1). Un Raspberry Pi 3-B servait

de passerelle vers l'Internet ; nous avons mesuré le trafic pendant 24 heures et présentons le débit global sur la figure 2. Ces mesures vont permettre de modéliser le trafic IoT afin de concevoir un outil de génération de trafic.

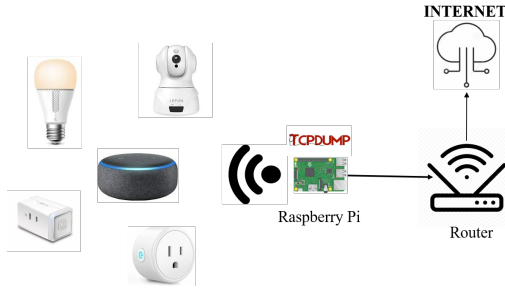


Fig. 1: Plateforme expérimentale : maison connectée.

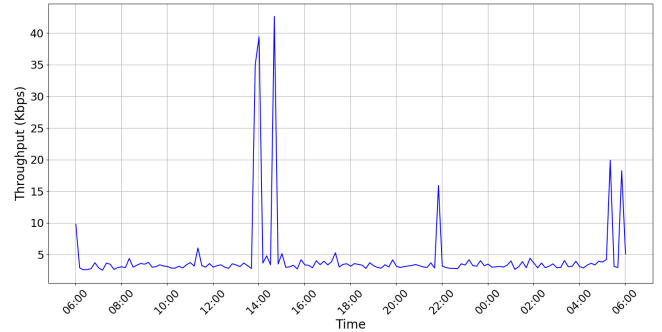


Fig. 2: Débit mesuré sur la plateforme.

3 Génération de trafic IoT

Les objets connectés sont des entités déployées pour effectuer continuellement les mêmes tâches et générer périodiquement la même quantité d'information comme la collecte de données cyber physiques (ex : température) ou le transfert des données vers les utilisateurs. Le trafic IoT peut être ainsi vu comme l'agrégation de paquets générés par plusieurs objets provenant de différents environnements (ex : maisons intelligentes). Ainsi, à la différence du trafic Internet dont des composantes sont engendrées par le comportement des utilisateurs (ex : *flash-crowd*, popularité des contenus), le trafic IoT est plus stable et prévisible.

Certaines alertes peuvent toutefois se produire ajoutant un comportement moins systématique au trafic IoT mais elles font partie du mode de fonctionnement des objets. Les interactions entre utilisateurs et les objets génèrent également du trafic, phénomène que l'on peut observer sur la figure 2 avec des pics de trafic qui témoignent de ces activités.

Différents types d'environnements IoT peuvent être modélisés à l'aide de IoTTGen, dans lequel chaque objet produit une trace de trafic en fonction de son usage et de ses caractéristiques. Par exemple, une caméra d'enregistrement vidéo génère des flux de données continus avec des paquets de grande taille, alors qu'une prise électrique connectée génère des paquets de petite taille à faible débit. IoTTGen est conçu pour pouvoir configurer précisément les paramètres de chaque objet. L'architecture de IoTTGen comprend :

- un module de configuration des objets : taille des paquets, périodicité, ou encore numéro de port. L'utilisateur doit définir un nouveau profil réseau pour ajouter un nouvel objet (ex : une ampoule ou une caméra.) ;
- un module de création de paquets basé sur Scapy [7] pour forger les paquets ;
- un contrôleur principal pour l'exécution de IoTTGen qui extrait les paramètres fournis par le module de configuration et permet au module de création de paquets de générer le trafic ; Le contrôleur fusionne également les traces des différents objets en une trace unique.

La figure 3 montre le processus de génération de paquets pour IoTTGen. La période de génération des paquets varie pour chaque objet et peut être configurée. Par exemple, la figure 3 présente des objets dont les périodes sont de 1s, 1.5s et 2s. Il est possible de configurer l'origine temporelle de chaque objet ou d'ajouter des délais afin de désynchroniser les objets entre eux. Suivant leur fonctionnalité, chaque objet génère un nombre différent de paquets avec sa propre périodicité ; chaque objet a donc son propre motif de trafic (*traffic pattern*). Les paramètres de trafic peuvent également être définis via des bornes et choisis aléatoirement au sein de ces intervalles. Cela permettra de modéliser des exceptions parfois imprévisibles.

Générateur de Trafic IoT

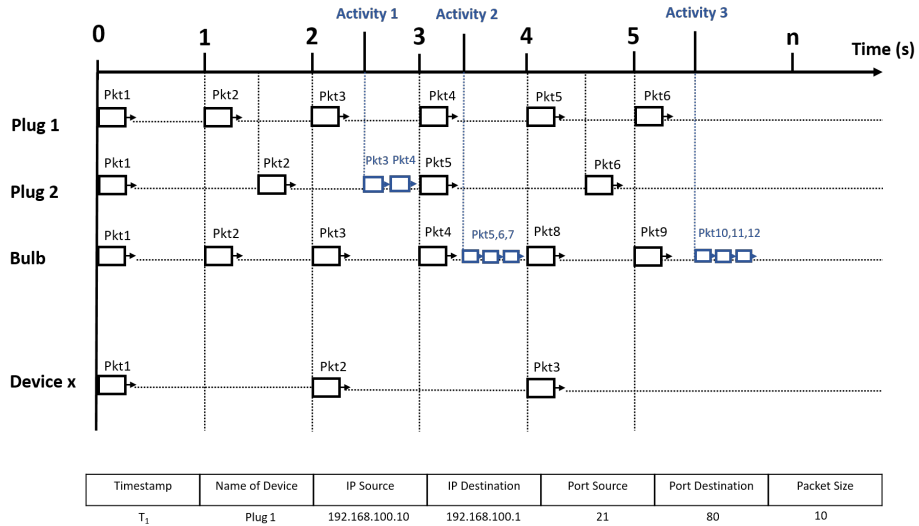


Fig. 3: Processus de génération de paquets.

dans le cas de scénarios spécifiques (routine quotidienne sauf un jour, alerte en cas d'intrusion dans la maison, etc.). IoTTgen est ainsi un cadre de composition complet de scénarios IoT.

4 Évaluation

4.1 Benchmarking

IoTTGen a été utilisé pour générer deux scénarios : l'un avec 5 objets connectés similaire à la plateforme expérimentale, et l'autre pour émuler le scénario d'un immeuble équipé de 52 objets connectés : quatre enceintes, huit caméras, 20 ampoules et 20 prises électriques. La figure 4 montre le trafic généré pour ces deux scénarios pendant deux heures et la Table 1 présente les traces de trafic synthétiques et le temps d'exécution pour les générer. IoTTGen peut générer plusieurs heures de trafic en quelques secondes même avec un nombre important d'objets.

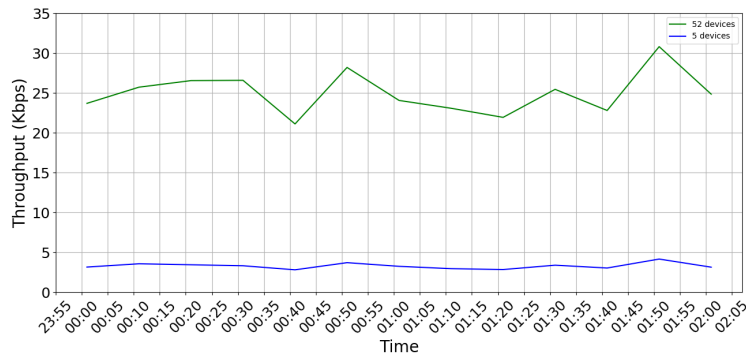


Fig. 4: Generation de trafic : 5 objets et 52 objets.

4.2 Entropie réseau

Nous avons calculé l'entropie réseau pour les paramètres du trafic mesuré sur notre plateforme expérimentale et du trafic généré par IoTTgen (scénario 5 objets). Ces résultats sont présentés sur la figure 5. Cette

Tab. 1: Traces de trafic générées par IoTTGen.

Scenarios	#Paquets	Taille totale (MB)	Temps d'exécution (s)
5 objets	208,781	15.5	3.4
52 objets	1,439,887	109.4	17.7

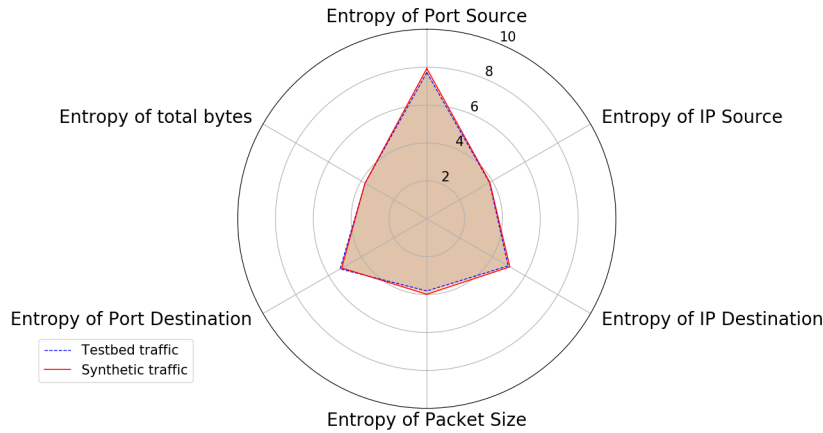


Fig. 5: Graphe d'entropie réseau (*Behavior Shape*)

figure permet de comparer visuellement les deux trafics (mesuré et synthétique) en fonction de leur entropie. Le trafic synthétique généré par IoTTgen est similaire au trafic mesuré sur notre plateforme. Ainsi, notre générateur permet bien de modéliser de façon précise le trafic IoT d'un scénario donné en capturant les caractéristiques essentielles de ce trafic. IoTTGen pourra ainsi être utilisé pour émuler d'autres types d'environnements IoT, avec divers objets connectés et à différentes échelles.

5 Conclusion et travaux futurs

Dans cet article, nous avons présenté IoTTGen, notre nouvel outil de génération de trafic IoT. IoTTgen permet de générer rapidement le trafic d'un nombre important d'objets et il permettra d'émuler de nombreux environnements IoT afin d'en étudier les performances. L'analyse de l'entropie réseau permet de comparer les différents trafics et notre générateur réussit à représenter les caractéristiques du trafic IoT. Pour nos futurs travaux, nous utiliserons notre générateur pour modéliser de nouveaux environnements IoT comme la e-Santé. Nous utiliserons également notre générateur pour permettre la détection d'anomalies, et ce afin de concevoir de nouvelles contre-mesures pour la sécurité de l'Internet des objets.

6 Références

- [1] IDC: Worldwide Global DataSphere IoT Device and Data Forecast, 2019–2023.
- [2] M. Alaa, A.A. Zaidan, B.B. Zaidan, M. Talal et M.L.M Kiah. *A Review of Smart Home Applications based on Internet of Things*. Elsevier Journal of Network Computer Applications, Vol 97, pp 48–65, 2017.
- [3] Oladayo Bello et Sherali Zeadally *Communication Issues in the Internet of Things (IoT)*. In Next-Generation Wireless Technologies, Springer, London, pp. 189–219, 2013.
- [4] S. Molnár, P. Megyesi et G. Szabó. *How to Validate Traffic Generators?* IEEE ICC Workshop 2013.
- [5] S. Mishra, S. Sonavane et A. Gupta. *Study of Traffic Generation Tools*. IJARCCCE, Vol. 4, Issue 6, 2015.
- [6] Hung Nguyen-An, Thomas Silverston, Taku Yamazaki et Takumi Miyoshi. *Generating IoT traffic: A Case Study on Anomaly Detection*. IEEE LANMAN 2020.
- [7] Scapy Project : <https://www.scapy.net/>