بسم الله الرحمن الرحيم

نظم إنترنت الأشياء:
البنيات، الخوارزميات، المنهجيات

تأليف

Dimitrios Serpanos
Marilyn Wolf

ترجمة

د. فائز بن حسين القحطاني
قسم هندسة البرمجيات – كلية علوم الحاسب والمعلومات– جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤٢هـ (٢٠٢١م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وولف ، مارلين

نظم إنترنت الأشياء : البنيات، الخوارزميات، المنهجيات / مارلين وولف ؛ ديمتريوس سيربانوس؛ فائز بن حسين القحطاني– الرياض ، ١٤٤٢

١٤٥ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ١- ٩٥٠ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١ - تقنية المعلومات ٢- الإنترنت أ. سيربانوس ، ديمتريوس (مؤلف مشارك)

ب. القحطاني، فايز بن حسين (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٢٤٣ ,٠٠٣ ١٤٤٢/٧٤٩٠

رقم الإيداع: ١٤٤٢/٧٤٩٠

ردمك: ١- ٩٥٠ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Internet- of- Things (loT) Systems : Architectures, Algorithms, Methodolgies
By: Dimitrios Serpanos and Marilyn Wolf
© Springer International Publishing AG 2018
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الرابع عشر للعام الدراسي ١٤٤٢هـ، المعقود بتاريخ ١٧/ ٧/ ١٤٤٢هـ، الموافق ١/ ٣/ ٢٠٢١م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يُسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجم

يتقدم المترجم بجزيل الشكر لجامعة الملك سعود متمثلة في مركز الترجمة الذي أخذ على عاتقه مسؤولية الإسهام في إثراء المكتبة العربية بالكتب الاختصاصية في المجالات المختلفة، وذلك من أجل النهوض بالأمة العربية فكرياً وثقافياً وعلمياً.

لقد وقع الاختيار على هذا الكتاب لترجمته؛ لأنه يتناول تقنيات إنترنت الأشياء الأساسية وبنياتها واتجاهات ونطاقات تطبيقها، ونتيجة لأهمية موضوع هذا الكتاب فإنه من الضروري أن تشتمل المكتبة العربية على كتاب في هذا التخصص حيث إنها تفتقر إلى وجود مثل هذه الكتب النوعية المتخصصة، ولذا فقد رأى المترجم أنه يجب ترجمة هذا الكتاب ليصبح مرجعاً باللغة العربية.

ومساهَمةً في إثراء المكتبة العربية في هذا النوع من الكتب فقد قمت بعون الله وتوفيقه بترجمة هذا الكتاب من أجل خدمة قطاع عريض من الطلبة في مجالات الحاسب الآلي والذكاء الاصطناعي والعاملين في مجال الهندسة الإلكترونية والاتصالات. في الوقت نفسه أيضاً، فإن الحجم الكبير للأعمال البحثية في هذا المجال سيكون متاحاً بطريقة منظمة لطلاب المرحلة الجامعية الأولى وللباحثين.

إن ترجمة الكتب العلمية إلى اللغة العربية مليئة بالمصاعب. حيث يجب الالتزام بالنص الأصلي على أن تكون الترجمة بلغة عربية سلسة وسليمة وتعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بصورة دقيقة ومفهومة. من أجل ذلك، فقد بذل المترجم كل جهد ممكن لتحقيق جميع العناصر المذكورة آنفا، ولقد توخى المترجم السلامة والسلاسة اللغوية للترجمة العربية وفي الوقت نفسه دأب جاهداً لعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بشكل دقيق وليكون مفهوماً للقارئ العربي.

والله ولي التوفيق

المترجم

توطئة

يُعتبر مجال إنترنت الأشياء الخطوة التطورية للإنترنت، والذي من خلاله يتم إنشاء بنية تحتية على مستوى العالم تربط الأجهزة والبشر. لقد انصب تركيز الموجة الأولى من انتشار الإنترنت في أوائل التسعينيات بشكل رئيسي على الخدمات والتطبيقات اليومية التي غيرت النماذج المعروفة للمعاملات المالية، والتسوق، والمواد الإعلامية، وتبادل المعلومات. لقد كانت ثورة قامت بإجراء التحول الرقمي لمجموعة واسعة من الخدمات التي عرفناها، من الخدمات المصرفية وبيع التجزئة إلى الاتصالات المباشرة والخدمات الحكومية. وكذلك كان الاهتمام خلال العقدين الأولين من ثورة الإنترنت منصباً بقوة على خدمات المستهلكين والأعمال، ولكن لم يتم التركيز على العامل البشري. لقد ظهرت نماذج أعمال جديدة للعملاء كالأعمال المصرفية، والتسوق عبر الإنترنت، والاتصال بالفيديو، وما إلى ذلك. لقد أثرت نماذج الأعمال للأعمال وظهور الحوسبة السحابية بشكل كبير على الأعمال وعلى الشركات، مما أدى إلى القضاء على قطاعات كبيرة من الصناعة لم تتكيف مع وتيرة الثورة السريعة. لقد كان التأثير في الاقتصاديات هائلاً. حالياً، وبعد مرور أكثر من عقدين، نشهد ونتعامل مع طريقة حياة جديدة بسبب وصول الإنترنت إلى المنازل وبيئات العمل.

كان لتطورات تقنية الاتصال التي مكنت من انتشار استخدام الإنترنت ونجاحه في المنازل وفي العمل تأثيراً إضافياً من خلال: تطوير الروابط المتطورة بين الأجهزة في بيئة التشغيل. نحن نركز هنا على بيئة تقنية التشغيل، التي تتحكم في الآلات المادية، وبين بيئة تقنية المعلومات حيث يستخدم البشر أجهزة الحاسب لإنجاز عملهم.

لقد استقبلت البيئة الصناعية المؤتمتة التقنيات الناشئة بشكل جيد، وقامت باعتماد التقنيات المناسبة لها، وأنشأت بنية تحتية خاصة للشبكات التي تمكن من عمليات صناعية عالية الإنتاجية. لقد كانت مجرد خطوة طبيعية لتطور الإنترنت من نفسها كي تشمل هذه العمليات. بالإضافة إلى ذلك، فإن

نماذج التحكم في البيئة الصناعية استفادت من الأجهزة الذكية المتضمنة وحدات معالجة، وذاكرة، وموارد للشبكة التي تنتشر في بيئات متنوعة، امتدت واستُخدمت بمجالات تطبيق واسعة ومتنوعة. تعتمد مجالات التطبيق التقليدية مثل النقل، ومجال الطيران، وإنتاج الطاقة وتوزيعها، والتصنيع، والصحة، نماذج تحكم مماثلة، وذلك عن طريق استغلال أجهزة استشعار ذكية، ومشغلات، وأجهزة تتيح إمكانية التحكم الآلي للتطبيقات المتقدمة. يجدر بالذكر أنه يتم اليوم تشغيل البنية التحتية الحيوية للبلدان باستخدام هذه التقنيات. تمثل إنترنت الأشياء الناشئة الخطوة التطورية الطبيعية لثورة الإنترنت التي بدأت منذ حوالي ثلاثة عقود، إن إنترنت الأشياء تقوم ببناء بنية تحتية عالمية تؤثر في جميع جوانب حياتنا، من الزراعة إلى التعدين، ومن الخدمات الصحية إلى التصنيع والنقل، ومن الواضح أنها ستوفر البنية التحتية التي ستستند إليها ثورة الذكاء الاصطناعي الناشئة الجديدة.

يتناول هذا الكتاب تقنيات إنترنت الأشياء الأساسية وبنياتها واتجاهات ونطاقات تطبيقها. يتضمن تطوير نظام وخدمة إنترنت الأشياء الكامل عدة مكونات . قاعدة الأجهزة تشمل المعالجات المضمنة، وأنواع مختلفة من الذاكرة، وأجهزة استشعار، ومشغلات، وخوادم سحابية، وأنظمة معالجة وسيطة، وأنظمة شبكات. أما قاعدة البرامج فتتضمن على الأقل أنظمة التشغيل، وقواعد البيانات، وتطبيقات التحكم للعديد من مجالات التطبيقات. يشكل الجمع بين مكونات الأجهزة والبرامج لتطبيقات التحكم الأساس لتطور الأنظمة المادية السيبرانية. تؤدي إمكانات الدوائر المتكاملة الكبيرة جداً دوراً هاماً في تصميم أنظمة إنترنت الأشياء. تقوم العملية الموزعة المدفوعة بالحدث بتصميم هياكل هذه الأنظمة و تطبيقاتها. كما تتيح بروتوكولات الشبكات المتخصصة الاتصال الفعال في هذه البيئة، بما في ذلك نماذج الاتصال المناسبة من جهاز لآخر .تظهر هذه التقنيات مع بعض القيود المفروضة على بيئة إنترنت الأشياء التي تختلف عن بيئة تقنية المعلومات النموذجية، وذلك بسبب متطلبات السلامة والاستجابات السريعة، وتخفيض تشغيل الطاقة، وما إلى ذلك. يتطلب كل من الأمن والخصوصية والسلامة عناية معينة وتقنيات خاصة.

يُعتبر إنترنت الأشياء مجال سريع التغير والتطور، ويُقدم هذا الكتاب لمحة سريعة عن الحالة الراهنة لإنترنت الأشياء. نواصل العمل في هذا المجال ونأمل في إنشاء تحديثات لهذا الكتاب مع تقدم المجال.

مارلين وولف أطلانطا، جورجيا، الولايات المتحدة الأمريكية

ديمتريوس سيربانوس باتراس، اليونان

المحتويات

مقدمة المترجم ..... هـ

توطئة ..... ز

الفصل الأول: مشهد إنترنت الأشياء ١

(١ , ١) ما هو إنترنت الأشياء؟ ١

(١ , ٢) التطبيقات ٣

(١ , ٣) البنيات ٥

(١ , ٤) الشبكات اللاسلكية ٦

(١ , ٥) الأجهزة ٧

(١ , ٦) الأمن والخصوصية ٧

(١ , ٧) النظم المدفوعة بالحدث ٨

(١ , ٨) هذا الكتاب ٨

المراجع ٩

الفصل الثاني: بنية نظام إنترنت الأشياء ١١

(٢ , ١) مقدمة ١١

(٢ , ٢) مفاهيم البروتوكولات ١٢

(٢ , ٣) بروتوكولات إنترنت الأشياء الموجهة ١٥

(٢ , ٤) قواعد البيانات ٢٠

(٢ , ٥) قواعد الوقت ٢٢

(٦ , ٢) الأمن ٢٢
المراجع ٢٣

الفصل الثالث: أجهزة إنترنت الأشياء ٢٥
(١ , ٣) مجال تصميم أجهزة إنترنت الأشياء ٢٥
(٢ , ٣) تكلفة الملكية واستهلاك الطاقة ٢٦
(٣ , ٣) التكلفة لكل ترانزستور وحجم الرقاقة ٢٨
(٤ , ٣) دورة العمل واستهلاك الطاقة ٣١
(٥ , ٣) تصميم المنصة ٣٣
(٦ , ٣) الملخص ٣٣
المراجع ٣٤

الفصل الرابع: تحليل النظام المدفوع بالحدث ٣٥
(١ , ٤) مقدمة ٣٥
(٢ , ٤) الأعمال السابقة ٣٦
(٣ , ٤) مثالي تحفيزي ٣٧
(٤ , ٤) نموذج الشبكة لإنترنت الأشياء ٣٨
(١ , ٤ , ٤) الأحداث ٣٨
(٢ , ٤ , ٤) الشبكات ٣٩
(٣ , ٤ , ٤) الأجهزة والموزعات ٣٩
(٤ , ٤ , ٤) الشبكات أحادية الموزعات ٤٠
(٥ , ٤ , ٤) الشبكات متعددة الموزعات ٤١
(٦ , ٤ , ٤) نماذج الشبكات والشبكات المادية ٤١
(٥ , ٤) تحليل الحدث لإنترنت الأشياء ٤٢

(١, ٥, ٤) مجموعات الأحداث ٤٢
(٢, ٥, ٤) مجموعات الأحداث العشوائية ٤٦
(٣, ٥, ٤) نمذجة التفاعل البيئي ٤٧
(٤, ٥, ٤) نقل وهجرة الحدث ٤٨
المراجع ٥٠

الفصل الخامس: إنترنت الأشياء الصناعي ٥١
(١, ٥) مقدمة ٥١
(٢, ٥) الثورة الصناعة الرابعة ٥٣
(٣, ٥) إنترنت الأشياء الصناعي ٥٧
(٤, ٥) بنية إنترنت الأشياء الصناعي ٥٨
(٥, ٥) التقنيات الأساسية ٦٩
(٦, ٥) التطبيقات والتحديات ٧١
المراجع ٧٤

الفصل السادس: الأمن والسلامة ٧٧
(١, ٦) مقدمة ٧٧
(٢, ٦) أمن الأنظمة ٨٥
(٣, ٦) أمن الشبكة ٨٧
(٤, ٦) أمن التطبيقات العامة ٩٠
(٥, ٦) أمن وسلامة عملية التطبيق ٩٢
(٦, ٦) الموثوقية والأمان في تصميم تطبيقات إنترنت الأشياء ٩٣
(٧, ٦) مراقبة وقت التشغيل ٩٤
(٨, ٦) مقترح أرميت ٩٦

(٦,٩) الخصوصية والاعتمادية ١٠٢
المراجع ١٠٣

الفصل السابع: اختبار الأمن لأنظمة إنترنت الأشياء ١٠٧
(٧,١) مقدمة ١٠٧
(٧,٢) اختبار التشويش للأمن ١٠٩
(٧,٢,١) اختبار تشويش الصندوق الأبيض ١١١
(٧,٢,٢) اختبار تشويش الصندوق الأسود ١١٢
(٧,٣) أنظمة شبكات التحكم الصناعية الخاضعة لاختبار التشويش ١١٤
(٧,٤) تشويش مودبص ١١٥
(٧,٤,١) بروتوكول مودبص ١١٥
(٧,٤,٢) أداة تشويش مودبص / تس سي بي ١١٩
المراجع ١٢١

ثبت المصطلحات ١٢٥
أولاً: عربي- إنجليزي ١٢٥
ثانياً: إنجليزي- عربي ١٣٤
كشاف الموضوعات ١٤٣