بسم الله الرحمن الرحيم

إنترنت الأشياء

التقنيات والتطبيقات لعصر جديد من الذكاء

تأليف

Vlasios Tsiatsis

Stamatis Karnouskos

Jan Holler

David Boyle

Catherine Mulligan

ترجمة

أ. د. عمرو محمود طلبة جعفر

أستاذ علوم الحاسب

كلية المجتمع – جامعة الملك سعود

كلية العلوم – جامعة المنوفية – مصر

د. أيمن عبدالعزيز التميم

أستاذ علوم الحاسب المشارك

كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع

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، ١٤٤٣هـ (٢٠٢٢م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

تسياتسيس، فلاسيوس.

إنترنت الأشياء: التقنيات والتطبيقات لعصر جديد من الذكاء / فلاسيوس تسياتسيس؛ عمرو محمود طلبة جعفر؛ أيمن بن عبدالعزيز التميم - الرياض، ١٤٤٣هـ.

٥٨١ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٣ - ٠١١ - ٥١٠ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- إنترنت الأشياء ٢- الذكاء الاصطناعي أ. جعفر، عمرو محمود طلبة (مترجم) ب. التميم، أيمن بن عبدالعزيز (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٦٧٨, ٠٠٤ ١٤٤٣/١٢٣٩

رقم الإيداع: ١٤٤٣/١٢٣٩

ردمك: ٣ - ٠١١ - ٥١٠ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Internet Of Things Technologies and Applications For A New Age of Intelligence
By: Vlasios Tsiatsis & Stamatis Karnouskos & Jan Holler & David Boyle & Catherine Mulligan
© Elsevier Inc. All rights reserved. 2019.
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه التاسع عشر للعام الدراسي ١٤٤٢هـ، المعقود بتاريخ ١١/ ١٠/ ١٤٤٢هـ، الموافق ٢٣/ ٥/ ٢٠٢١م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح 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

مقدِّمة المترجمَين

لقد تطورت تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) بشكل مذهل، وأصبحت تلعب دوراً هاماً ومحورياً في حياتنا اليومية، وانتشرت تقنيات إنترنت الأشياء بوتيرة متسارعة في مجالات متعددة مثل: المنازل، والمدن، والشبكات، والبنية التحتية الذكية، إضافة إلى مجالات الثورة الصناعية الرابعة. وبما أن العديد من الشركات تُعيد التفكير في نماذج أعمالها من أجل التحقق من كيفية تحسين نموها التنافسي في السوق من خلال استخدام تقنيات إنترنت الأشياء، فإنه يتعيَّن علينا تحديث النُّظُم البيئية لإنترنت الأشياء بقدرات جديدة مثل تعلُّم الآلة، والاستشعار، وتحليلات البيانات، والقدرة الإدراكية التي تستطيع محاكاة الذكاء البشري أو تتجاوزه، من أجل مواجهة التطور السريع في التقنية.

وحرصاً منا على إثراء مكتبتنا العربية بهذه المعارف الجديدة والحديثة في علوم الحاسب والذكاء الاصطناعي، قمنا- بعون الله وتوفيقه- بترجمة هذا الكتاب لخدمة طلاب المرحلة الجامعية والدراسات العليا في تخصصات هندسة وعلوم الحاسب، والذي نأمل أن يستفيدوا منه في دراساتهم الجامعية، وليكون عوناً للمهتمين بتطبيقات إنترنت الأشياء وذكاء الآلة في عملهم أيضاً.

إن ترجمة الكتب العلمية إلى اللغة العربية مليئة بالمصاعب؛ حيث يجب الالتزام بالنص الأصلي، وأن تكون الترجمة بلغة عربية سليمة تعكس المفهوم العلمي والمعنى الصحيح بصورة دقيقة، ونرجو من الله أن نكون قد وُفِّقنا في ذلك لخير وفائدة المهتمين بموضوعات هذا الكتاب.

وعرفاناً منا بالجميل نشكر جامعة الملك سعود ممثلة في مركز الترجمة، على تشجيع منسوبي الجامعة على التميُّز والريادة، ولا ننسى في هذا المقام أن نشكر المحكَّمين والمراجعين، وكل من أسهم بشكل أو بآخر في إنجاز هذا العمل.

والله ولي التوفيق،،

المترجمان

دليل القراء والجمهور المستهدَف

لقد ترجمنا هذا الكتاب لتلبية المطالب المتزايدة على المناهج المحدثة في مجال تعليم علوم وهندسة الحاسب، وذلك لخدمة مصلحة قرائنا، ويستطيع الباحثون وأعضاء هيئة التدريس أن يستخدموا هذا الكتاب لطلاب المستوى الأخير من البكالوريوس، والمستوى الأول من الدراسات العليا، من خلال تدريس مجموعات مختارة من فصول الكتاب، كما يمكن اعتماد هذا الكتاب لأربعة مقرَّرات جامعية في مجالات مواضيع، مثل: إنترنت الأشياء ((Internet of Things, (IoT))، والحوسبة السحابية ((Cloud computing, (CC))، وتعلُّم الآلة ((Machine Learning, (ML))، والنُّظُم الإدراكية ((Cognitive Systems, (CS)). إن محتويات المقرَّرات تنمو بشكل سريع في الجامعات الكبيرة في كافة أنحاء العالم، ومنطقيًّا يجب على قُرّاء الكتاب أن يتبعوا ترتيب أبواب الكتاب كما وردت.

كما سيستفيد من هذا الكتاب أيضًا محترِفو إنترنت الأشياء الذين يرغبون في تحويل مهاراتهم لمواجهة تحديات جديدة في تقنية المعلومات، فعلى سبيل المثال، قد يتضمَّن القراء المهتمون مهندسي شركة إنتل العاملين على سحابة الأشياء، لقد طوَّر فريقًا المخ، والعقل العميق (DeepMind) من جوجل خدماتٍ لتعلُّم الآلة، بما في ذلك القيادة الذاتية للمركبات، كما يستكشف الفيس بوك سمات الذكاء الاصطناعي الجديد، والخدمات الاجتماعية والترفيهية القائمة على تقنية الواقع الافتراضي والمعزّز (AV/VR).

المترجمان

نبذة عن المؤلفين

يشغل **فلاسيوس تسياتس** (Vlasios Tsiatsis) وظيفة باحث أول في مركز أبحاث شركة إريكسون أيه بي (Ericsson AB)، ويعمل في مجال إنترنت الأشياء (IoT) لمدة عشرين عاماً، في مواضيع تتراوح من خوارزميات الاتصالات الموفرة للطاقة على المتحكمات ذات الثمانية بتات إلى تحليلات البيانات المتدفقة في السحب، ومؤخراً في أمن إنترنت الأشياء. ولقد شارك في العديد من المشروعات البحثية في مجال شبكات الاستشعار اللاسلكية المدعومة من قبل وكالة مشاريع البحوث المتطورة الدفاعية (DARPA) في الولايات المتحدة الأمريكية، ومشروعات بحثية في الاتحاد الأوربي مثل مشروع رونيز (RUNES) ومشروع سينساي (SENSEI)، ومشروع مبادرة إنترنت الأشياء (IoT-i) ، ومشروع سيتي بلاس (CityPulse)، إضافة إلى مشروعات بحثية داخلية في شركة إريكسون حول خدمات الآلة/ الإنسان/ الجوال إلى الآلة وخدمات إنترنت الأشياء. ويتمتع **فلاسيوس** بخبرة نظرية وعملية كبيرة في تقنيات إنترنت الأشياء ونشرها، وتتضمن اهتماماته البحثية التأمين، وبنية النظم، وإدارة نظم إنترنت الأشياء، وذكاء الآلة، والتحليلات؛ ولقد حصل على دكتوراة الفلسفة في مجال شبكات النظم المدمجة من جامعة كاليفورنيا، في لوس أنجلوس.

يعمل **ستاماتس كارنوسكوس** (**Stamatis Karnouskos**) كخبير في مجال إنترنت الأشياء في مجموعة التطبيقات والبرامج والأنظمة الأساسية (SAP) في ألمانيا؛ حيث يدرس القيمة المضافة وتأثير التقنيات الناشئة في النظم المؤسسية. ولقد قاد الكثير من الجهود البحثية– لمدة تتجاوز العشرين عاماً– في العديد من المشاريع البحثية المدعومة من المفوضية الأوربية والصناعة المتعلقة بإنترنت الأشياء، والنظم الطبيعية السيبرانية، والصناعة الرابعة (Industrie 4.0)، والتصنيع، والشبكات الذكية، والمدن الذكية،

والتأمين، وسهولة النقل. ويتمتع **ستاماتس** بخبرة واسعة في مجال إدارة البحوث والتقنية في الصناعة، وكذلك في المفوضية الأوربية والعديد من هيئات تمويل البحوث الوطنية (فعلى سبيل المثال في ألمانيا، وفرنسا، وسويسرا، والدنمارك، وجمهورية التشيك، واليونان)؛ كما عمل في المجلس الاستشاري التقني لبروتوكول الإنترنت الخاص بتحالف الكيانات الذكية (Internet Protocol for Smart Objects (IPSO))، ومجموعة أصحاب المصلحة الدائمين في الوكالة الأوربية لتأمين الشبكات والمعلومات (European Network and Information Security Agency (ANISA)).

يعمل **جان هولر (Jan Höller)** كزميل باحث في مركز أبحاث إريكسون، وهو المسؤول عن تحديد الاستراتيجيات التقنية والبحثية وقيادتها، والمشاركة في استراتيجيات الشركة الخاصة بإنترنت الأشياء. ولقد أسس الأنشطة البحثية لإريكسون في مجال إنترنت الأشياء منذ ما يزيد على عقد من الزمان، وشارك في العديد من المشاريع البحثية في الاتحاد الأوربي، بما في ذلك مشروع سينساي، ومبادرة إنترنت الأشياء (IoT-i)، وسيتى بلاس. ولقد شغل **جان** مناصب متنوعة في إدارة المنتجات الاستراتيجية، وإدارة التقنية، وتولى قيادة الأنشطة والمجموعات البحثية المختلفة، منذ التحاقه بمركز بحوث إريكسون في عام ١٩٩٩. كما عمل في مجلس إدارة بروتوكول الإنترنت الخاص بتحالف الكائنات الذكية (IPSO)، وهو أول تحالف لإنترنت الأشياء تشكل في عام ٢٠٠٨م. ويشغل حالياً منصب عضواً في مجلس إدارة هيئة تطوير معايير تحالف الجوال المفتوح (OMA SpecWorks)، وهو رئيس مشارك لمجموعة عمل الشبكات في اتحاد الإنترنت الصناعي.

يعمل **ديفيد بويل (David Boyle)** كمحاضر في كلية دايسون لهندسة التصميم بالكلية الملكية بلندن، ولديه خبرة تزيد عن ١٤ عاماً في تطوير تقنيات إنترنت الأشياء عبر الأوساط الأكاديمية والصناعية. وتكمن مجالات اهتماماته البحثية في تقاطع أنظمة الاستشعار المعقدة، والتشغيل، والتحكم (النظم الطبيعية السيبرانية)، وتطبيقات إنترنت الأشياء وشبكات الاستشعار، وتحليل البيانات، والاقتصاد الرقمي. ولقد حصل **ديفيد** على درجة دكتوراة الفلسفة في هندسة الإلكترونيات والحاسبات من جامعة ليميرك في أيرلندا في عام ٢٠٠٩م، وذلك بعد حصوله على درجة بكالوريوس الهندسة في تخصص الحاسبات عام ٢٠٠٥م. ولقد تم الاعتراف بأعماله دولياً ونشرت في المجلات التقنية العالمية، بما في ذلك مجلة معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) للإلكترونيات الصناعية

((IEEE Transaction on Industrial Electronics (TIE))، والمعلوماتية ((Informatics (TII)). ولقد شارك بفاعلية في البرامج التقنية واللجان المنظمة في المؤتمرات الرائدة في هذا المجال. وقد عمل **ديفيد** كزميل باحث في قسم الهندسة الكهربية والإلكترونية في الكلية الملكية بلندن منذ عام ٢٠١٢م، قبل التحاقه بكلية دايسون لهندسة التصميم في عام ٢٠١٨ م، سابقاً، عمل مع مجموعات دمج تطبيقات شبكات الاستشعار اللاسلكية والإلكترونيات الدقيقة في مركز النظم الدقيقة في معهد تيندال الوطني، وفي مجموعة أبحاث النظم المدمجة في جامعة كلية كورك في أيرلندا. وقبل ذلك، عمل في معامل أورانج وتليكوم الفرنسية للبحث والتطوير، في فرنسا، و كباحث زائر بعد الدكتوراة في المدرسة التقنية العليا لهندسة الاتصالات اللاسلكية، الجامعة التقنية، في مدريد بإسبانيا.

تعمل الدكتورة **كاثي موليجان** كباحث زائر في الكلية الملكية، وعملت كمدير مشارك مؤسس لمركز الكلية الملكية (ICL) لأبحاث العملة المشفرة والهندسة. كما تعمل كباحث أول مشارك في الكلية الجامعية أيضاً، حيث تشغل منصب المدير التنفيذي للتقنية في معمل التقنية الحكومية (GovTech) وشبكات البيانات (DataNet)، التي تركز على التطبيقات المحتملة لسلسلة الكتل (Blochchain) والذكاء الاصطناعي وتقنيات الاتصال المتقدمة كجزء أساسي في الاقتصاد العالمي. إن **كاثي** خبيرة وزميلة في مجلس سلسلة الكتل التابع للمنتدى الاقتصادي العالمي، وأصبحت مؤخرًا عضواً في اللجنة رفيعة المستوى المعنية بالتعاون الرقمي التابعة للأمين العام للأمم المتحدة. ولقد حصلت على الماجستير والدكتوراة في الفلسفة من جامعة كامبريدج، وهي مؤلفة للعديد من الكتب في مجال الاتصالات اللاسلكية بما في ذلك الحزمة الأساسية المتطورة (EPC) وإنترنت الأشياء.

تقديم الطبعة الأولى بقلم زاش شيلبي (Zach Shelby)

لقد نشأت في زمن كان فيه استخدام الإنترنت من قبل طلاب علوم الحاسب يتم من خلال استخدام برنامج الغوفر (Gopher) من أجل إستعراض محتويات مقرراتهم الدراسية. لقد قمنا بتشغيل أنظمة الإعلانات الخاصة باستخدام نصوص المعهد القومي الأمريكي للقياس (ANSI) عبر أجهزة مودم من طراز ٢٤٠٠ باود (Baud) على خطوط الهواتف الثابتة، كما قمنا بنقل الأخبار وقوائم البريد في الليل من خلال شبكة المستخدمين يوزنت (USENET). فكر في ذلك الأمر كقياس لما كنا عليه مع نظم الأتمتة، والآلة إلى الآلة (M2M) على مدار العقد السابق. ويتكرر نفس النمو المذهل للأفراد الذين يستخدمون الإنترنت في تسعينيات القرن العشرين الآن، من حيث استخدام الأشياء في الإنترنت في العقد من ٢٠١٠م.

إنه لمن الرائع رؤية هذا الكتاب الذي تم نشره في ذروة الدعاية لإنترنت الأشياء، حيث تكون معظم عمليات الكتابة في التغريدات ومدخلات المدونات. إن نشر شبكات بروتوكولات الإنترنت (IPs) التقليدية، والتقنيات التأمينية، والبنية التحتية للويب يتطلب الكثير من المعرفة والمهارات، كما يتطلب فهم إنترنت الأشياء القدر نفسه من المعرفة. ونعتبر هذه المعرفة حالياً من الأمور المسلم بها، لأننا دربنا العالم من خلال الكتب والتدريس على مدى عدة عقود من الزمان. ولحسن الحظ، إنه يمكن تطبيق معظم المعرفة التي اكتسبناها من بناء خدمات الإنترنت والويب على إنترنت الأشياء حالياً. ومع ذلك، هناك العديد من جوانب تقنيات إنترنت الأشياء الجديدة، بما في ذلك الإصدار السادس من برتوكول الإنترنت (آي بي في ٦) (IPv6) عبر الشبكات منخفضة القدرة، والتطبيقات الجديدة للتأمين (TLS)، وبرتوكولات نقل الويب الفعالة، والتقنيات من أجل إدارة الأجهزة واستخدامها من خلال كائنات البيانات المفهومة بشكل شائع.

سيجد مهندسو النظم والشبكات، ومسؤولو النظام، ومطورو البرمجيات أن هذا الكتاب مفيداً كاستعراض عام لبنية إنترنت الأشياء وتقنياتها. وسيجد مدراء الأعمال والمنتجات-في الوقت نفسه- أن هذا الكتاب مفيدا كمقدمة لقطاعات السوق، والتطبيقات، والمتطلبات كمدخل لمنتج إنترنت الأشياء أو خدمة إنترنت الأشياء الناجحة. وأخيراً، إن الاستعراض العام للتقنية يعد بداية رائعة للبحث عن المعلومات المطلوبة من أجل مزيداً من التعمق في مجال معين، كما تغطي النظرة العامة على البنية مجموعة كبيرة من نماذج التصميم. وإحدى النقاط المهمة المطروحة هنا، أنه بدون الثقة والتأمين المتضمنين في تقنية إنترنت الأشياء ونظمها بطريقة شاملة، لن نرى إنترنت الأشياء، ولكننا سوف نستمر في رؤية مخازن من الأشياء.

لقد أصبحت التقنية متاحة حالياً لبناء إنترنت الأشياء، حيث يمكن تطوير الأجهزة والخدمات، ونشرها من أجل خدمة المجتمع والصناعة ككل. إن التحدي الآن يكمن في تثقيف الناس.

زاش شيلبي

نائب رئيس شركة إنترنت الأشياء (IoT)، وشركة أية آر إم (ARM)

تقديم الطبعة الأولى بقلم جيف موليجان (Geoff Mulligan)

بملاحظة إنترنت الأشياء–عندما بدأت البرمجة، منذ أن كان عمري ٩ سنوات، اعتقدت بأن الحاسبات رائعة. وعندما تم التعاقد معي لاختراق الشبكات، ولفت أنظار بعض الصحف–في عمر خمسة عشر عاماً– اعتقدت بأن الشبكات رائعة. وبصفتي ملازم في القوات الجوية في وزارة الدفاع الأمريكية (البنتاغون (Pentagon))، لقد ساعدت في بناء شبكة الأربانت (Arpanet)، ومازالت أعتقد بأن الشبكات رائعة. وكتبت أول تطبيق للإصدار السادس (v6) الخاص بالحاسب الشخصي (PC) في عام ١٩٦٦م، عندما ساعدت في تصميم الإصدار السادس من بروتوكول الإنترنت (IPv6)؛ وفي عام ٢٠٠١م، أعدت كتابته لأحد المتحكمات ذات الثمانية بتات (8-bit)، وأدركت أن الشبكات المدمجة رائعة أيضاً. ومؤخراً، ساعدت في تأسيس بروتوكول الإنترنت الخاص بتحالف الكائنات الذكية وتطويره، وأعمل حالياً كزميل للابتكار الرئاسي في البيت الأبيض في مجال النظم الطبيعية السيبرانية وإنترنت الأشياء، وأبحث في كل ملاحظة عن كيف ستعيد كل من النظم الطبيعية السيبرانية، وإنترنت الأشياء، والآلة إلى الآلة تشكيل عالمنا، وهذا أمراً رائع بالفعل.

لقد كتب سكوت ماكانالي (Scott McNealy)–في عام ١٩٩٩ م– ساخراً، "لا تتمتع بأية خصوصية على الإطلاق .... فحاول التغلب على ذلك". ولا يجب علينا أن نتغلب على هذه الحقيقة، بل يتعين علينا–بدلاً من ذلك– أن نتعامل معها. ومن الأهمية بمكان أن نفكر فيها–الخصوصية– ونجربها، ونعمل على الخروج من هذه القضايا بدلا من محاولة اللحاق بها. إن كتباً مثل هذا الكتاب تعد كتباً مهمة في جعل المفاهيم والأفكار المتعلقة بهذا العالم الناشئ الجديد والأذكى في موضع النقاش والاهتمام والشرح. ووفقاً لأحدث استقصاء، تمتلك الولايات المتحدة وصلات إنترنت،

وحساسات، ومتحكمات، وهواتف، ومصابيح إضاءة حالياً، أكثر من عدد السكان المقدر بـ ٣١١ مليون نسمة في الولايات المتحدة. إن فهم المقايضة بين تصميم البنية والتطبيق على سيناريوهات تنفيذية محددة يعد أمراً مهماً إذا أردنا تحقيق هذا الهدف بطريقة صحيحة.

من المهم أساساً أن يتم إنشاء إنترنت الأشياء وتلك الشبكات بين آلة وآلة باستخدام بروتوكولات قياسية مفتوحة، وخاصة بروتوكول الإنترنت (IP). ولقد بدأ جاري أركو (Jari Arkko)، الرئيس الحالي لشركة هندسة الإنترنت (IETF)، في شرح "الابتكار بدون إذن (permissionless innovation)" الذي يمكن بموجبه إنشاء أعمال جديدة، ونظم جديدة، ونماذج أعمال جديدة بدون الحاجة إلى طلب إذن من الآخرين. وتعمل البروتوكولات والمعايير المفتوحة على تمهيد الطريق أمام هذه الفرص؛ فعندما أنشأ فينت سيرف (Vint Cerf) وآخرون الإنترنت، لم يخططوا لإنشاء اليوتيوب أو الفيس بوك، ولكن تصميمهم الطبقي للشبكة والبروتوكولات المتاحة بحرية، سمح بمثل هذه الأنواع من الإبداع.

هناك عدد قليل جداً من الكتب عن إنترنت الأشياء، لكن القليل منها يوفر وصفاً لرؤية العالم المتصل وكتل البناء الأساسية اللازمة لجعل الرؤية حقيقة واقعة. ولكن يذهب هذا الكتاب إلى ما هو أبعد من هذه الأساسيات لمشاركة أمثلة محددة في إدارة الأصول، والأتمتة الصناعية، والشبكة الذكية، وأتمتة المباني التجارية، والمدن الذكية (والمدن الذكية هي المفضلة بشكل خاص لأنها تتوافق مع مشروع زمالتي للابتكار الرئاسي- تحدى أمريكا الذكية)، والاستشعار التشاركي. ويُعد تمييز الفروق البسيطة المهمة التي تميز كل مجال من هذه المجالات التطبيقية أمراً بالغ الأهمية من أجل فهم كيفية تطبيق تصميم الصوت على كل مجال. وتوجد متطلبات مختلفة لكل شريحة من هذه الشرائح من وقت الاستجابة، والتأمين، والخصوصية، والحتمية، ومعدل النقل، والسرعة. ويُعد إدراك هذه الفروق أمراً مهماً من أجل تصميم النظام بشكل صحيح وتركيبه ونشره بنجاح. ويمكن أن يوفر هذا الكتاب المعلومات الضرورية فقط.

إن الجيل القادم من الأجهزة التي ستصبح جزءًا من إنترنت الأشياء لن تقوم بالاستشعار والإبلاغ فقط، بل سوف تتحكم في الأمر أيضاً. وسواء كان ذلك عبارة عن مركبة متصلة بالإنترنت، أو نظام أتمتة المباني، أو روبوت صناعي رشيق، أو منظم حرارة، أو قفل باب، فإن هذه

الآلات الجديدة المتصلة بالإنترنت سيكون لها تأثير كبير على حياتنا. وستكون حماية بيانات التحكم وتعليمات التشغيل أمراً بالغ الأهمية حيث سنسمح بمزيد من التحكم واستقلالية التشغيل لضمان سلامتنا وأمننا. إن الخصوصية والتأمين "من خلال التصميم" تعد ضرورة حتمية، ويجب ألا تكون مرحلة لاحقة بعد ذلك.

باقترابنا السريع من عام ٢٠٢٠ م، ومع وجود ٥٠ مليار من أشياء الإنترنت كما توقعت ذلك شركة إريكسون، فإنه يتعين علينا التفكير بشكل أعمق، ويكون لدينا فكرة كاملة وخطة لتنفيذها، بحيث لا يتم سحقها بفعل هجمة إدارة الأجهزة، والمخاوف المتعلقة بالخصوصية، وانهيار البيانات. ولقد مضى أكثر من عقد من الزمان منذ أن استخدم كيفن أشتون (Keven Ashton) مصطلح إنترنت الأشياء. وقد تباطأ التقدم بسبب نشر جزر من البروتوكولات الخاصة والبوابات اللازمة من أجل ربطها؛ وانتشار البروتوكولات القياسية شبه المفتوحة (ولكنها مازالت ذات ملكية خاصة)، ومع ذلك فإن الأمر يتطلب الكثير من البوابات من أجل الربط البيني، والسعي المستمر إلى إبرام بروتوكولات جديدة أفضل. وبما أنه في متناول أيدينا الآن الأدوات اللازمة، فإن تطبيق التصميم الصحيح والمعايير المفتوحة سوف يتيح لنا المضي قدماً نحو هذا العصر الجديد، الذي فيه كل شيء متصل ببعضه البعض، مع الثقة في أنه يحمل وعداً بعالم ومجتمع أكثر أماناً وفعالية- سيكون ذلك رائعاً جداً.

جيف موليجان

زميل الابتكار الرئاسي، ومؤسس بروتوكولات الإنترنت الخاصة بتحالف الكائنات الذكية (IPSO)، وتحالف لورا (LoRa).

تقديم الطبعة الثانية بقلم جيف موليجان (Geoff Mulligan)

نحن الآن في عام ٢٠١٨ ومازال الكثير من وعود إنترنت الأشياء لم تتحقق بعد، على الرغم من إحراز التقدم. يجري نشر النظم "الذكية"، وبناء إنترنت الأشياء، إلا أن الكثير من التغيرات العميقة المتنبأ بها مع الموجة القادمة من إنترنت الأشياء لم تتحقق. فهل كان ذلك مجرد مبالغة منذ ما يزيد على خمس سنوات، أم بعض المشاكل النظامية الأخرى تسببت في تأخير المستقبل الذي وعدت به إنترنت الأشياء؟ ويلفت هذا التحديث للكتاب الانتباه إلى التقنيات الجديدة وتأثيرها، إضافة إلى بعض القضايا المستمرة المتمحورة حول نشر إنترنت الأشياء على نطاق واسع؛ ويعد هذا تحديثاً مرحباً به للمفاهيم والأفكار المقدمة في الطبعة الأولى.

يوفر هذا التحديث للكتاب المعلومات الجديدة حول توقعات السوق، وفهم المناهج المستقلة لنظم إنترنت الأشياء وضرورة قضايا الدمج بين هذه المناهج. وإضافة إلى ذلك، وكما هو الحال مع أي تقنية، وخاصة إنترنت الأشياء، فإن أدوات وبروتوكولات الاتصال الأساسية مستمرة في التطور، وقد بحث المؤلفون هذا المشهد المتغير وشرحوه من خلال وجهة نظر تقنية محايدة. ويعد هذا أمراً بالغ الأهمية بالنسبة للمهندسين من أجل إدراك إيجابيات وسلبيات كل البدائل حتى يتسنى لهم تطبيق التقنية المناسبة بشكل أفضل، ويتجنبوا المثل القديم القائل "عندما لا يكون لديك إلا المطرقة، فإن كل شيء يبدو وكأنه مسماراً".

وأخيراً، كان هناك جزءًا ناقصاً في الطبعة الأولى وهو الجزء الخاص بتغطية التأمين. وكما رأينا في كثير من الأحيان، فشل مصممو المنتجات والنظم مؤخراً في تبني القضايا المحيطة بممارسات التأمين الجيدة بشكل كافٍ- "الأمن من خلال التصميم"؛ ويعد تناول هذا الموضوع في هذه النسخة المحدثة أمراً جيداً.

نأمل في أن ننعم جميعاً بحياة أفضل من خلال استخدام نظم أكثر صداقة للبيئة-ويكون ذلك في غضون خمسة أعوام-لأن إنترنت الأشياء قد ارتقت إلى إمكاناتها، وأن هذا الكتاب سوف يساعد القراء على فهم بعض الخطوات اللاحقة، وإدراك بعض المقايضات الضرورية لبدء بناء هذه النظم العالمية المتغيرة.

جيف موليجان

زميل سابق للإبداع الرئاسي في البيت الأبيض في
مجال إنترنت الأشياء ومؤسس سكايلايت
(Skylight)للاستشارات الرقمية

لمحة سريعة عن الكتاب

المقدمة

لقد أصبحت إنترنت الأشياء جزءًا من حياتنا اليومية بشكل سريع، بدءًا من الحلول الاستهلاكية إلى الحلول الصناعية. ولذا، يتزايد الاهتمام بإنترنت الأشياء، وخاصة كيفية بناء حلول قوية من واقع الحياة تستند على مجموعة كبيرة من المعايير والتقنيات المتوفرة. وإضافة إلى ذلك، تسعى الشركات والحكومات إلى إيجاد الحلول القابلة للتطبيق تقنياً واقتصادياً وكذلك إلى أطر مناسبة لتصميم وتنفيذ تلك الحلول.

يتزايد عدد "الأجهزة المتصلة" (بمعنى، الأجهزة المتصلة بالإنترنت)، ومن المتوقع أن يستمر هذا التزايد بشكل مطرد مع زيادة عدد الأجهزة التي يشتريها الناس. فلقد زادت اشتراكات الهواتف الجوالة على مستوى العالم بنسبة ٢٠٪ تقريباً منذ نشر الطبعة الأولي من هذا الكتاب (من ٦,٧ مليار مشترك في عام ٢٠١٣ م إلى حوالي ٨ مليار في عام ٢٠١٨ م) وفقاً لتقرير التنقل من شركة إريكسون في نوفمبر من عام ٢٠١٧ م [2]؛ ووفقاً للتقرير نفسه، يوجد حالياً ٧ مليار جهاز لإنترنت الأشياء (قصيرة وعريضة المجال؛ إن أجهزة إنترنت الأشياء هي أجهزة متصلة بالإنترنت بتقنيات اتصالات مختلفة، بغض النظر عن كونها الحاسبات الشخصية، أو المحمولة، أو أجهزة حاسبات لوحية، أو هواتف جوالة أو ثابتة) وسوف يصل هذا العدد إلى حوالي ٢٠ مليار جهاز لإنترنت الأشياء بحلول عام ٢٠٢٣م، ومقسمين إلى نسبة ١٢٪ (عريضة المجال) و٨٨٪ (قصيرة المجال) فيما يتعلق بتقنية الاتصال. لقد بدأ المستخدمون النهائيون في استخدام الأجهزة المتعددة (مثل، أجهزة الحاسبات اللوحية، وقارئات الكتب الإلكترونية، والهواتف الجوالة، والتليفزيونات الرقمية) على مدار السنين

وبوتيرة متزايدة. وهذا يجعل عدد الاشتراكات يصل إلى بضع عشرات من المليارات، إذا أخذ في الاعتبار الأجهزة المتصلة في المباني السكنية والتجارية؛ وعبر المدن، والمناطق، والدول في البنية التحتية العامة والخاصة. فعلى سبيل المثال، سوف يتم استخدام الملايين من هذه الأجهزة المتصلة في المواصلات العامة من أجل تحسين الخدمات وتوفير المعلومات للمواطنين. ومن المتوقع أن تساعد هذه الكفاءة المتزايدة في الحد من انبعاثات الكربون وإثارة الإبداع حول البيانات المنتجة من خلال منصات إنترنت الأشياء. ولا يُعد هذا النمو الهائل غير مسبوقاً في إطار صناعة الاتصالات فحسب، بل في إطار الاقتصاد العالمي أيضاً.

إضافة إلى كل ذلك، تؤدي حلول وخدمات إنترنت الأشياء دوراً أكبر في مستقبل عالمنا؛ حيث بلغت نسبة سكان العالم الذين يعيشون في المدن بدلاً من المناطق الريفية ٥٤٪ في عام ٢٠١٥م، وفقاً لتقرير المدن العالمية[1] الصادر من برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN HABITAT)، وسوف ترتفع هذه النسبة إلى ٦٦٪ بحلول عام ٢٠٥٠م. لذلك، يجب أن تتهيأ البنية التحتية للمدن والدول طبقاً لذلك، بدءً من الطرق والإضاءة إلى قطارات المترو والركاب وخطوط الأنابيب، على سبيل المثال لا الحصر. وسوف تجهز هذه البنية بحساسات ومشغلات من أجل إدارتها بكفاءة أعلى، وسيتم توصيل كل هذه الأجهزة المرتبطة بالبنية التحتية بنظم واسعة النطاق لتحليل البيانات وإدارتها، وذلك للبيانات التي تتطلب تجميع، وتحليل وعرض فعال، من أجل تطبيقها بفاعلية في تطوير المجتمعات والمدن الذكية والمستدامة.

إن الأعداد المتوقعة من الأجهزة وغير المسبوقة، إضافة إلى الطبيعة الرأسية للعديد من تطبيقات الآلة إلى الآلة (M2M)، سيولد مجموعة من الحواجز المثيرة أمام نجاح أي شخص يرغب في تنفيذ أي حل يستند على هذه التقنيات. وسوف تكون تكاليف نشر منصات الاتصالات التقليدية وتشغيلها- وذلك بعد تكييفها للتعامل مع حمل حركة المرور من عشرات المليارات من الأجهزة الإضافية المتصلة-باهظة جداً. علاوة على ذلك، سينشأ نظام بيئي مجزأ في كل صومعة من "مخازن" ("silos") الحل، بسبب الطبيعة المتخصصة للحالات التي سيتم فيها تطبيق تقنيات الآلة إلى الآلة. إن مثل هذه الديناميات الصناعية تولد الحواجز أمام دخول الأفراد والشركات الراغبون في تطوير

(1) http://wcr.unhabitat.org

تطبيقات الآلة إلى الآلة أو خدماتها، بدءً من دعم مزيج من الأجهزة المتنوعة، والفوترة، إلى معالجة التسوية والعمولة عبر سلسلة القيمة. ولذلك، فإن فهم كيفية استجابة الشركات والحكومات لهذه التغيرات يُعد مطلباً مهماً للشركات والمدن، والحكومات.

يوفر هذا الكتاب تحليلاً شاملاً وعال المستوى لأي شخص يرغب في الاطلاع على آخر ما وصلت إليه إنترنت الأشياء. وعند كتابة الطبعة الأولى من هذا الكتاب في الفترة ما بين عامي ٢٠١٢ م و٢٠١٣م، كانت مفاهيم الآلة إلى الآلة وإنترنت الأشياء تتنافس على الشهرة في العالم وعلى جزء من السوق. ولقد كان مفهوم الآلة إلى الآلة يمثل قطاعاً من السوق ثابتاً ولكنه قطاع صغير يركز على حلول الاتصالات المتكاملة البسيطة من أجل الوصول إلى الآلات البعيدة، وكان مفهوم إنترنت الأشياء بمثابة دمج بين البحوث الأكاديمية في شبكات الاستشعار اللاسلكية، والبحوث الأكاديمية والصناعية، والتطوير في التحديد بموجات الراديو (RFID) وتقنيات التحديد ذات الصلة.

كان الهدف في الطبعة الأولى من هذا الكتاب هو التفريق بين هذه المفاهيم وإظهار الطريق إلى المستقبل، وهو عالم متقارب فيه مصطلح إنترنت الأشياء متضمن كلا المصطلحين. وبعد خمس سنوات، قمنا بإصدار الطبعة الثانية من هذا الكتاب، والتي لا تتضمن حالياً سوى بضع آثار من مصطلح الآلة إلى الآلة وتقنياته. لقد نما السوق بشكل أسي تقريباً، وأصبح كل لاعب رئيسي في مجال تقنية المعلومات في السوق يُعد معاقاً، إذا لم يكن لديه قصة مقنعة أو منتجات داعمة مستندة على إنترنت الأشياء.

لقد نمت إنترنت الأشياء من كونها "مشروع في نهاية الأسبوع" لعشاق أو هواة التواصل الاجتماعي إلى أن أصبحت مجال صناعي تطبيقي أساسي للصناعات التقليدية، مثل التصنيع، والسيارات، والمرافق. ويُعد هذا أساساً ترقية لمفهوم الآلة إلى الآلة مع تقنيات الاتصالات الجديدة والخدمات السحابية وانتشارها في كل مؤسسة يمكن تخيلها؛ حيث يمكن إثبات ذلك من اتحاد الإنترنت الصناعي، ومرجع النموذج البنيوي الصناعة ٤,٠ (RAMI 4.0)، إضافة إلى الجهود الصناعية المتعددة.

لقد حظيت الطبعة الأولى من هذا الكتابة باستقبال رائع، والاستشهاد بها، واستخدامها ككتاب دراسي في العديد من الجامعات العالمية. وعلى أي حال، ونظراً لنشر هذه الطبعة في عام ٢٠١٤م، وظهور مجموعة متنوعة من التقنيات المتقدمة، فإن ذلك يعني أنه قد حان الآن الوقت المناسب لتحديث المحتوى الأصلي لهذه الطبعة.

استعراض الكتاب

الباب الأول: مشهد إنترنت الأشياء المتطور

يستعرض الباب الأول السياق العام لإنترنت الأشياء، بما في ذلك محركات التقنية والأعمال.

الفصل الأول: لماذا إنترنت الأشياء؟

يقدم الفصل الأول نظرة عامة على الدوافع التقنية والتسويقية لإنترنت الأشياء كدافع لهذا الكتاب.

الفصل الثاني: أصول ومشهد إنترنت الأشياء

يقدم الفصل الثاني نظرة عامة على أصول ومشهد إنترنت الأشياء، ومميزاتها وخواصها الأساسية كمجموعة من التقنيات، وبعض أنواع المشاكل التي يتعامل معها إنترنت الأشياء من أجل حلها، بما في ذلك الدوافع المستندة إلى بعض التوجهات المختارة.

الفصل الثالث: إنترنت الأشياء- منظور الأعمال

يقدم الفصل الثالث نظرة عامة على محركات السوق، والهياكل الصناعية، وسلاسل القيمة، وأمثلة على نماذج أعمال إنترنت الأشياء.

الفصل الرابع: المنظور البنيوي

يوفر الفصل الرابع مقدمة عن البنية وتصميم النظام وبعض العناصر الوظيفية الأساسية لبنية إنترنت الأشياء، إضافة إلى الفهم الأساسي لاعتبارات توحيد المقاييس لإنترنت الأشياء.

الباب الثاني: تقنيات وبنى إنترنت الأشياء

في الباب الثاني، يتم تقديم العناصر التقنية الأساسية لحلول إنترنت الأشياء، بما في ذلك التأمين، والخصوصية، والثقة، إضافة إلى أحدث ما ورد في مجال البنى والنماذج المرجعية.

الفصل الخامس: الأسس التقنية

يقدم الفصل الخامس نظرة شاملة على الأسس التقنية- عناصر البناء الأساسية التي ترتكز عليها إنترنت الأشياء، بما في ذلك: الأجهزة وبوابات التوصيل (Device Gateways)، والشبكات المحلية والشبكات واسعة النطاق، وإدارة البيانات، والعمليات التجارية، والتقنيات السحابية، وذكاء الآلة، والدفاتر الموزعة.

الفصل السادس: التأمين

يصف الفصل السادس الآليات الأساسية المطلوبة لتحقيق التأمين ضد التأثيرات الضارة، ويلخص عدداً من التهديدات المحتملة ضد نظم إنترنت الأشياء. ويقترح بعض مخططات التخفيف باتباع المنهج الطبقي. كما يقدم نظرة عامة على آليات التأمين المحددة من قبل هيئات المعايير الرئيسية، إضافة إلى مناقشة جوانب التأمين والخصوصية الضرورية لبناء تطبيقات ونظم إنترنت الأشياء الموثوق بها، وينتهي الفصل بنظرة للتطورات المستقبلية في تأمين إنترنت الأشياء.

الفصل السابع: البنية وآخر ما تم التوصل إليه

يقدم الفصل السابع أجزاء ومقاطع صغيرة لبنية تحتفظ بها منظمات وضع المعايير، والاتحادات، والمجتمعات التقنية؛ ولا يدعي هذا الفصل التغطية الكاملة لكل المنافذ المحتملة التي تطور الأجزاء أو البنى الكاملة، ولكنه يحاول تغطية المنظمات والمجموعات الرئيسية التي تركز على الجوانب المختلفة لإنترنت الأشياء.

الفصل الثامن: نموذج البنية المرجعية

يقدم الفصل الثامن نماذج البنية المرجعية (ARMs) الأكثر صلة بإنترنت الأشياء الآن، وهما النموذج المرجعي لبنية إنترنت الأشياء-أيه (IoT-A)، والبنية المرجعية لاتحاد الإنترنت الصناعي (Industrial Internet Consortium Reference Architecture, (IIRA)) من اتحاد الإنترنت الصناعي (Industrial Internet Consortium, (IIC)). وحيث يقدم النموذج المرجعي لبنية إنترنت الأشياء-أيه

(IoT-A) البنية المرجعية لتقنية المعلومات، فإن البنية المرجعية لاتحاد الإنترنت الصناعي (IIRA) تقدم المثيل التقني التشغيلي ((Operational Technology, (OT)).

الفصل التاسع: تصميم إنترنت الأشياء من أجل العالم الحقيقي

يلخص الفصل التاسع القيود المتعلقة بالتصميم التي يجب أخذها في الاعتبار عند وضع أي حلول تقنية من واقع الحياة.

الباب الثالث: حالات استخدام إنترنت الأشياء

يغطى الباب الثالث أمثلة تنفيذية من العالم الحقيقي لحلول إنترنت الأشياء.

الفصل العاشر: إدارة الأصول

يناقش الفصل العاشر مراقبة الأصول، مما يتيح إمكانية تتبع المخزون وإدارته عن بعد. وعادة ما تتضمن هذه الوظيفة تجميع الموقع الدقيق للأصول وحالتها على فترات زمنية منتظمة، من أجل تحسين الأعمال التجارية (مثل، منع نفاذ المخزون) أو الحد من المخاطر (مثل، فقدانها).

الفصل الحادي عشر: الأتمتة الصناعية

يغطى الفصل الحادي عشر المنهج الناشئ في البيئات الصناعية، وهو إنشاء ذكاء للنظام عن طريق عدد كبير من الأجهزة الذكية، والصغيرة، والمترابطة، والمدمجة عند مستوى عال من التوافق، على عكس المنهج التقليدي الذي يركز الذكاء على عدد قليل من التطبيقات الكبيرة المتآلفة في الحلول الصناعية.

الفصل الثاني عشر: الشبكة الذكية

يغطى الفصل الثاني عشر الشبكة الذكية، وهى ثورة تعمل حالياً على تحول النظام الكهربائي؛ حيث يجري بشكل متزايد دمج التطورات السريعة في تقنية المعلومات ضمن العديد من

طبقات البنية التحتية لشبكة الكهرباء وعمليات التشغيل المصاحبة لها. إن تفاعلات إنترنت الأشياء تولد قدرات جديدة في مراقبة شبكة الكهرباء وإدارتها، والتفاعل بين أصحاب المصلحة.

الفصل الثالث عشر: أتمتة المباني التجارية

يغطى الفصل الثالث عشر المباني التجارية واستخدام إنترنت الأشياء؛ وعادة ما يكون الغرض من نظم أتمتة المباني هو الحد من تكاليف الطاقة والصيانة، وزيادة التحكم، والراحة، والاعتمادية، وسهولة الاستخدام لموظفي الصيانة والمستأجرين. إن إنترنت الأشياء تؤدي دوراً متزايد الأهمية في أتمتة المباني التجارية.

الفصل الرابع عشر: المدن الذكية

يغطى الفصل الرابع عشر المدن الذكية، وهو مجال ناشئ ومتزايد الأهمية لتطبيقات إنترنت الأشياء. ويتضمن ذلك كيفية تطبيق الحساسات ونظم إنترنت الأشياء المصاحبة وتوصيلها بالنظم الأخرى (مثل، مبادرات البيانات المفتوحة).

الفصل الخامس عشر: الاستشعار التشاركي

يغطى الفصل الخامس عشر الاستشعار التشاركي (PS)، أو الاستشعار المتمركز على المناطق الحضرية، أو المواطنين، أو الناس، أو الاستشعار الاجتماعي. ويُعد ذلك أحد أشكال إشراك المواطنين من أجل السيطرة على البيئة المحيطة بالمدن والحياة اليومية؛ كما يتناول هذا الفصل بعض الأمثلة على مثل هذه السيناريوهات.

الفصل السادس عشر: المركبات ذاتية القيادة ونظم الأنظمة السيبرانية الفيزيائية

يصف الفصل السادس عشر أحدث التطورات في المركبات ذاتية القيادة، وتعريفها على نطاق واسع، ويناقش طريقة تفاعلها عبر ما يسمى إنترنت الأشياء، ومشاركتها مع النظم السيبرانية الفيزيائية الناشئة.

الفصل السابع عشر: اللوجستيات

يلخص الفصل السابع عشر الأدوار الرئيسية والمؤثرة في إدارة اللوجستيات، ويشير باختصار إلى التقنيات المستخدمة في ذلك المجال، ويلخص مثالاً لسيناريو النقل الغذائي الذي تستفيد فيه التقنيات اللوجستية التقليدية (التحديد بموجات الراديو (RFID)، والرموز الشريطية، وخدمات معلومات رمز المنتج الإلكتروني (EPCIS)، ...إلخ) من إدخال تقنيات إنترنت الأشياء مثل الاستشعار، والمعالجة المحلية، والتشغيل المحلي المحتمل.

الفصل الثامن عشر: الاستنتاجات ونظرة مستقبلية

يقدم الفصل الثامن عشر نظرة موجزة حول مستقبل إنترنت الأشياء.

الملحق (أ): بنية الآلة إلى الآلة الصادر من المعهد الأوربي لمعايرة الاتصالات (ETSI)

يحتوي الملحق (أ) على ملخص لبنية وواجهات الآلة إلى الآلة الصادر من المعهد الأوربي لمعايرة الاتصالات؛ وحيث أن مواصفات البنية والواجهة مدمجة مع مواصفات الآلة إلى لآلة، ونشأت منذ ختام عمل المعهد الأوربي لمعايرة الاتصالات في عام ٢٠١٢ م، فإن مادة هذا الفصل تعد ذات أهمية تاريخية فقط.

المؤلفين

نوفمبر من عام

٢٠١٨م

شكر وتقدير

لا يمكن القيام بعمل من هذا القبيل دون دعم الآخرين ومساندتهم، ولذا، يود المؤلفون أن يقدموا خالص الامتنان والعرفان لإسهام العديد من زملاؤنا في إريكسون، وساب، والكلية الملكية في لندن، وكذلك زملاؤنا في المجالات الصناعية والأكاديمية.

تُعد هذه الطبعة نسخة منقحة لكتاب "من الآلة إلى الآلة إلى إنترنت الأشياء: مقدمة لعصر جديد من الذكاء" [1]، المنشور في عام ٢٠١٤م. وإضافة إلى الشكر والتقدير في هذه الطبعة، نود أن نقدم خالص الشكر والتقدير إلى جينيفر تشو- سكوت (Jennifer Zhu-Scott) لمشاركتها بالجزء رقم (٥,٧)؛ كما نود أن نشكر ستيفان أفيساند (Stefan Avesand)، الذي شارك في تأليف الطبعة الأولى من هذا الكتاب، والذي لم يتمكن من المشاركة في هذه الطبعة نظراً لارتباطاته الأخرى، إلا أن لمساته مازالت واضحة في هذه الطبعة المنقحة.

كما يسعدنا أن نشكر قراء الطبعة الأولى على دعمهم وتعليقاتهم التي جعلت هذه الطبعة ممكنة أيضاً.

ويود دكتور موليجان أن يقدم شكره وتقديره إلى أوليفي لوتونين (Olavi Luotonen) (مفوضة الاتحاد الأوربي) (EU Commission)، وعمر اللومي (Omar Elloumi) (معامل بيل) (Bell Labs)، والمدن الذكية الحركية المفتوحة ((Open Agile Smart Cities (OASC).

كذلك، نود أن نعرب عن تقديرنا وشكرنا لزملائنا في إريكسون أيضاً، على دعمهم ومناقشاتهم العديدة الجيدة، ونخص بالشكر: سارة مازور (Sara Mazur)، وإيفا فوجيلستروم (Eva Fogelström)، وهانز إريكسون (Hans Eriksson)، وغوران سيلاندر (Göran Selander)، وجون

ماتسون (John Mattsson)، وفرانسيسكا بالومبيني (Francesca Palombini)، وبيتر فونويريزا (Peter vonWrycza)، ورامامورثي بادريناث (Ramamurthy Badrinath)، نانجانجود نارندرا (Nanjangud Narendra)، وبي. كارثيكيان (P. Karthikeyan)، وكارلوس أزيفيدو (Carlos Azevedo)، وكلاوس ريزر (Klaus Raizer)، وريكاردو سووزا (Ricardo Souza)، وساندیب أكهوري (Sandeep Akhouri)، آري كيرانين (Ari Keränen)، وجيمى جيمينيز (Jaime Jiménez)، و آندريس فيريس (András Veres).

وأخيراً، نود أن نقدم شكرنا العميق لعائلاتنا أيضاً، لأنه لم يكن من الممكن كتابة هذا الكتاب بدون كرمهم ودعمهم طوال هذه العملية.

في. تسياتس

إس. كارنوسكوس

جي. هولر

دي. بويل

سي. موليجان

نوفمبر من عام ٢٠١٨م

المحتويات

مقدمة المترجمين ..... هـ
دليل القراء والجمهور المستهدَف ..... ز
نبذة عن المؤلفين ..... ط
لمحة سريعة عن الكتاب ..... ش
المقدِّمة ..... ش
شكر وتقدير ..... أأ

الباب الأول: مشهد إنترنت الأشياء المتطور

الفصل الأول : لماذا إنترنت الأشياء؟ ٣

الفصل الثاني : أصول ومشهد إنترنت الأشياء ١١
(١ , ٢) المقدِّمة ١١
(٢ , ٢) التطور إلى إنترنت الأشياء ١٢
(١ , ٢ , ٢) خلفية موجزة ١٣
(٢ , ٢ , ٢) نظرة عامة على حلول إنترنت الأشياء البسيطة للمؤسسات ١٥
(٣ , ٢ , ٢) إنترنت الأشياء المستقبلية ١٧
(٣ , ٢) إنترنت الأشياء في السياق العالمي ٢٣

(١ , ٣ , ٢) مغيرات قواعد اللعبة ٢٥
(٢ , ٣ , ٢) الاتجاهات التقنية والعلمية العامة ٢٧
(٣ , ٣ , ٢) الاتجاهات في تقنيات المعلومات والاتصالات ٢٨
(٤ , ٣ , ٢) القدرات المتوقعة ٣٤
(٥ , ٣ , ٢) الآثار المترتبة على إنترنت الأشياء ٣٧
(٦ , ٣ , ٢) الحواجز والمخاوف ٣٩
(٤ , ٢) مثال على حالة استخدام ٤٠
(٥ , ٢) التحول في التفكير ٤٦

الفصل الثالث إنترنت الأشياء- منظور الأعمال ٤٩
(١ , ٣) المقدِّمة ٤٩
(١ , ١ , ٣) أسواق المعلومات ٤٩
(٢ , ٣) تعريفات ٥٠
(١ , ٢ , ٣) سلسلة القيمة العالمية ٥٠
(٢ , ٢ , ٣) الأنظمة البيئية مقابل سلاسل القيمة ٥١
(٣ , ٢ , ٣) الهيكل الصناعي ٥٢
(٣ , ٣) نظرة عامة على سلاسل القيمة ٥٢
(٤ , ٣) مثال على سلسلة قيمة إنترنت الأشياء ٥٤
(٥ , ٣) الهيكل الصناعي الناشئ لإنترنت الأشياء ٥٥
(١ , ٥ , ٣) سلسلة القيمة العالمية المدفوعة بالمعلومات ٦٠
(٦ , ٣) سلسلة القيمة العالمية واحتكارات المعلومات العالمية المدفوعة بقوى دولية ٦٧
(٧ , ٣) ابتكار نموذج الأعمال في إنترنت الأشياء ٦٨
(١ , ٧ , ٣) الأمثلة الحالية ٦٩
(٢ , ٧ , ٣) نماذج الأعمال بين الشركات ٧٠

(٣,٧,٣) نماذج أعمال تحليلات البيانات ٧١
(٣,٧,٤) نماذج أسواق البيانات الجديدة ٧١
(٣,٧,٥) التكامل الأمني لاتفاقية مستوى الخدمة ٧١
(٣,٨) الاستنتاجات ٧٤

الفصل الرابع: المنظور البنيوي ٧٥
(٤,١) بناء البنية ٧٥
(٤,٢) المتطلبات ومبادئ التصميم الرئيسية ٧٨
(٤,٣) الخطوط العريضة لبنية إنترنت الأشياء ٨٥
(٤,٤) اعتبارات المعايير ٩٤

الباب الثاني : تقنيات وبنى إنترنت الأشياء

الفصل الخامس: الأسس التقنية ١٠٣
(٥,١) الأجهزة وبوابات التوصيل ١٠٣
(٥,١,١) المقدِّمة ١٠٣
(٥,١,٢) الأجهزة الأساسية ١٠٩
(٥,١,٣) بوابات التوصيل ١١٣
(٥,١,٤) الأجهزة المتقدمة ١١٧
(٥,١,٥) الملخص والرؤية ١١٧
(٥,٢) الشبكات المحلية وواسعة النطاق ١١٩
(٥,٢,١) الحاجة إلى ربط الشبكات ١١٩
(٥,٢,٢) الشبكات واسعة النطاق ١٢٧
(٥,٢,٣) الشبكات واسعة النطاق منخفضة الطاقة ١٣٢
(٥,٢,٤) الشبكات المحلية ١٣٩

(٣, ٥) ذكاء الآلة ١٤٨
(١, ٣, ٥) دور ذكاء الآلة في إنترنت الأشياء ١٤٨
(٢, ٣, ٥) نظرة عامة على ذكاء الآلة ١٥٢
(٣, ٣, ٥) الاعتبارات الواجب اتخاذها عند استخدام ذكاء الآلة في بيانات إنترنت الأشياء ١٥٦
(٤, ٣, ٥) إطار عمل ذكاء الآلة في إنترنت الأشياء ١٥٩
(٥, ٣, ٥) إطار عمل تحليلات الإنترنت الصناعي ١٦٥
(٦, ٣, ٥) الاستنتاجات ١٦٧
(٤, ٥) السحب الموزعة والحوسبة عند الحافة ١٦٨
(١, ٤, ٥) نموذج تقديم البرامج الجديد ١٦٨
(٢, ٤, ٥) أسس السحب ١٧٠
(٣, ٤, ٥) الحوسبة عند الحافة ١٧٥
(٤, ٤, ٥) الاعتبارات والاستنتاجات ١٧٩
(٥, ٥) إدارة البيانات ١٨١
(١, ٥, ٥) المقدِّمة ١٨١
(٢, ٥, ٥) إدارة تدفق بيانات إنترنت الأشياء ١٨٢
(٣, ٥, ٥) اعتبارات بيانات إنترنت الأشياء ١٨٨
(٤, ٥, ٥) الاستنتاجات ١٩١
(٦, ٥) عميات الأعمال في إنترنت الأشياء ١٩١
(١, ٦, ٥) المقدِّمة ١٩١
(٢, ٦, ٥) تكامل إنترنت الأشياء مع أنظمة المؤسسات ١٩٤
(٣, ٦, ٥) عمليات الأعمال الموزعة في إنترنت الأشياء ١٩٧
(٤, ٦, ٥) الاعتبارات ١٩٩
(٥, ٦, ٥) الاستنتاجات ٢٠٠

(٥,٧) التطبيقات والسجلات الموزعة ٢٠١
(٥,٧,١) ملكية تقنية سجل الموزع، وإنترنت الأشياء، والبيانات ٢٠٢

الفصل السادس: التأمين ٢٠٧
(٦,١) المقدِّمة ٢٠٧
(٦,٢) المبادئ الأساسية ٢٠٨
(٦,٢,١) التشفير ٢١٠
(٦,٢,٢) المصادقة ٢١٣
(٦,٣) التهديدات لأنظمة إنترنت الأشياء ٢١٥
(٦,٣,١) هجمات رفض الخدمة (DoS) ٢١٦
(٦,٣,٢) هجمات سيبيل (Sybil) ٢١٧
(٦,٣,٣) هجمات الخصوصية ٢١٨
(٦,٣,٤) هجمات الفجوة (Hole) ٢١٨
(٦,٣,٥) الهجمات المادية (Physical attacks) ٢١٩
(٦,٤) تخفيف التهديدات على تطبيقات إنترنت الأشياء ٢٢١
(٦,٤,١) طبقة التطبيقات والتهديدات المادية ٢٢١
(٦,٤,٢) طبقة النقل ٢٢٢
(٦,٤,٣) طبقة الشبكة ٢٢٣
(٦,٤,٤) رابط البيانات / طبقة التحكم في الوصول للوسيط ٢٢٣
(٦,٤,٥) الطبقة المادية ٢٢٣
(٦,٥) التأمين في البنى والمعايير ٢٢٣
(٦,٥,١) مجموعة مهندسي شبكة الإنترنت ٢٢٤
(٦,٥,٢) مشروع الشراكة من الجيل الثالث (3GPP) وشبكات المناطق الواسعة منخفضة القدرة ٢٢٦

(٦,٦) التأمين من أجل إنترنت أشياء آمنة ٢٢٧
(٦,٦,١) السلامة في الأتمتة الصناعية والروبوتات ٢٢٨
(٦,٦,٢) السلامة في أنظمة السيارات ٢٢٩
(٦,٦,٣) السلامة في المدن الذكية ٢٢٩
(٦,٧) الخصوصية في إنترنت الأشياء ٢٣٠
(٦,٨) التطورات المستقبلية في التأمين ٢٣١

الفصل السابع: البنية وآخر ما تم التوصل إليه ٢٣٣
(٧,١) المقدِّمة ٢٣٣
(٧,٢) قطاع الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-T) ٢٣٤
(٧,٣) مجموعة مهندسي شبكة الإنترنت (IETF) ٢٣٧
(٧,٣,١) المقدِّمة ٢٣٧
(٧,٣,٢) مجموعات العمل المتعلقة بإنترنت الأشياء في مجموعة مهندسي شبكة الإنترنت..... ٢٣٨
(٧,٣,٣) أجزاء بنية مجموعة مهندسي شبكة الإنترنت ٢٤٦
(٧,٤) تحالف الجوال المفتوح (OMA) ٢٦٠
(٧,٥) بنية إنترنت الأشياء (IOT-A) والبنية المرجعية للإنترنت الصناعي (IIRA) ٢٦٧
(٧,٦) نموذج البنية المرجعية للصناعة الرابعة (RAMI4.0) ٢٦٨
(٧,٧) اتحاد شبكة الويب العالمية (W3C) ٢٧١
(٧,٨) اتحاد الجغرافيا المكانية المفتوحة (OGC) ٢٧٦
(٧,٩) بنية وتقنيات منظمة جي إس١ (GS1) ٢٧٩
(٧,٩,١) تحديد جي إس ١ ..... ٢٧٩
(٧,٩,٢) التقاط المعايير الخاصة بمنظمة جي إس ١ ..... ٢٨١
(٧,٩,٣) مشاركة المعايير الخاصة بمنظمة جي إس ١ ..... ٢٨٣

(٤ ,٩ ,٧) بنية وتقنيات خدمات معلومات رموز المنتجات الإلكترونية ٢٨٤
(١٠ ,٧) الأشياء أخرى المتعلقة بآخر ما تم التوصل إليه ٢٨٧
(١ ,١٠ ,٧) مشروع الشراكة العالمي ون إم تو إم (oneM2M) ٢٨٨
(٢ ,١٠ ,٧) مؤسسة الاتصال المفتوح (OCF) ٢٨٨
(٣ ,١٠ ,٧) معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) ٢٩٠
(٤ ,١٠ ,٧) IEC/ISO: ISO/IEC JTC 1/WG 10/SC 41 ..... ٢٩١
(٥ ,١٠ ,٧) التحالف من أجل الابتكار في إنترنت الأشياء (AIOTI) ٢٩٢
(٦ ,١٠ ,٧) الأنظمة السيبرانية الفيزيائية من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST CPS) ٢٩٣
(١١ ,٧) الاستنتاجات ٢٩٥

الفصل الثامن : نموذج البنية المرجعية ٢٩٧
(١ ,٨) المقدِّمة ٢٩٧
(٢ ,٨) النموذج المرجعي والبنية ٢٩٧
(٣ ,٨) النموذج المرجعي لإنترنت الأشياء ٣٠١
(١ ,٣ ,٨) نموذج مجال إنترنت الأشياء ٣٠١
(٢ ,٣ ,٨) نموذج المعلومات ٣١٥
(٣ ,٣ ,٨) النموذج الوظيفي ٣٢٣
(٤ ,٣ ,٨) نموذج الاتصالات ٣٢٩
(٥ ,٣ ,٨) نموذج السلامة، والخصوصية، والثقة، والتأمين ٣٣٠
(٤ ,٨) البنية المرجعية لإنترنت الأشياء ٣٣٣
(٥ ,٨) الرؤية الوظيفية ٣٣٥
(١ ,٥ ,٨) المجموعة الوظيفية للأجهزة والتطبيقات ٣٣٥
(٢ ,٥ ,٨) المجموعة الوظيفية للاتصالات ٣٣٥

(٨,٥,٣) المجموعة الوظيفية لخدمات إنترنت الأشياء ٣٣٨
(٨,٥,٤) المجموعة الوظيفية للكيان الافتراضي..... ٣٣٩
(٨,٥,٥) المجموعة الوظيفية لإدارة عمليات إنترنت الأشياء..... ٣٤١
(٨,٥,٦) المجموعة الوظيفية لتنظيم الخدمة..... ٣٤٢
(٨,٥,٧) المجموعة الوظيفية للتأمين ٣٤٣
(٨,٥,٨) المجموعة الوظيفية للإدارة ٣٤٣
(٨,٦) وجهة نظر المعلومات..... ٣٤٤
(٨,٦,١) وصف المعلومات..... ٣٤٥
(٨,٦,٢) تدفق المعلومات ودورة الحياة ٣٤٦
(٨,٦,٣) تداول المعلومات ٣٤٨
(٨,٧) وجهة نظر النشر والتشغيل ٣٥٦
(٨,٨) وجهات النظر البنيوية الأخرى ذات الصلة ٣٦١
(٨,٩) النماذج والبنى المرجعية الأخرى ٣٦٢
(٨,٩,١) البنية المرجعية للإنترنت الصناعي ٣٦٢
(٨,١٠) أفضل الممارسات ٣٧٨
(٨,١١) الاستنتاجات..... ٣٨٠

الفصل التاسع: تصميم إنترنت الأشياء من أجل العالم الحقيقي..... ٣٨١
(٩,١) المقدِّمة ٣٨١
(٩,٢) قيود التصميم التقني – المكونات المادية أصبحت شائعة مرة أخرى..... ٣٨١
(٩,٢,١) الأجهزة والشبكات..... ٣٨٢
(٩,٣) تمثيل البيانات والتصور..... ٣٨٧
(٩,٤) التفاعل والتحكم عن بعد ٣٨٨

الباب الثالث: حالات استخدام إنترنت الأشياء

الفصل العاشر: إدارة الأصول ٣٩١
(١٠,١) المقدِّمة ٣٩١
(١٠,٢) الفوائد المتوقعة ٣٩٢
(١٠,٣) الصيانة الإلكترونية في عصر إنترنت الأشياء ٣٩٣
(١٠,٤) إدارة البضائع الخطرة (HAZARDOUS GOODS) في عصر إنترنت الأشياء ٣٩٧
(١٠,٥) الاستنتاجات ٤٠٠

الفصل الحادي عشر: الأتمتة الصناعية ٤٠١
(١١,١) تكامل الأجهزة القائم على البنية الموجهة للخدمة (SOA) ٤٠١
(١١,٢) مشروع سوكرادس (SOCRADES): تحقيق ويب الأشياء المتكامل للمؤسسة ٤٠٥
(١١,٣) بنية الخدمة IMC-AESOP: من ويب الأشياء إلى سحابة الأشياء ٤٠٩
(١١,٤) الاستنتاجات ٤١٢

الفصل الثاني عشر: الشبكة الذكية ٤١٣
(١٢,١) المقدِّمة ٤١٣
(١٢,٢) القياسات الذكية ٤١٧
(١٢,٣) المنزل الذكي ٤٢٠
(١٢,٤) مدينة الشبكة الذكية ٤٢٤
(١٢,٥) الاستنتاجات ٤٢٩

الفصل الثالث عشر: أتمتة المباني التجارية ٤٣١
(١٣,١) المقدِّمة ٤٣١
(١٣,٢) دراسة حالة: المرحلة الأولى – أتمتة المباني التجارية هذه الأيام ٤٣٣

(١٣,٢,١) الخلفية ٤٣٣
(١٣,٢,٢) نظرة تقنية عامة ٤٣٤
(١٣,٢,٣) سلسلة القيمة ٤٣٧
(١٣,٣) دراسة حالة: المرحلة الثانية – أتمتة المباني التجارية في المستقبل ٤٣٧
(١٣,٣,١) تطور أتمتة المباني التجارية ٤٣٧
(١٣,٣,٢) الخلفية ٤٣٨
(١٣,٣,٣) نظرة تقنية عامة ٤٤١
(١٣,٣,٤) سلسلة القيمة المتطورة لأتمتة المباني التجارية ٤٤٢

الفصل الرابع عشر: المدن الذكية ٤٤٥
(١٤,١) المقدِّمة ـ ما هي المدينة الذكية؟ ٤٤٥
(١٤,٢) المدن الذكية – المنظور التقني ٤٤٦
(١٤,٣) سلاسل توريد بيانات إنترنت الأشياء ٤٤٨
(١٤,٤) بيانات إنترنت الأشياء وإدارة السياق في المدن الذكية ٤٤٩
(١٤,٥) إدارة المعلومات للسياق (ETSI ISC) ٤٥٠
(١٤,٦) المدن الذكية – البنية المرجعية ٤٥٢
(١٤,٧) المدن الذكية – مواقف السيارات الذكية ٤٥٤

الفصل الخامس عشر: الاستشعار التشاركي ٤٥٥
(١٥,١) المقدِّمة ٤٥٥
(١٥,٢) الأدوار، والجهات الفاعلة، والمشاركة ٤٥٦
(١٥,٢,١) التصميم الجماعي والتحقيق ٤٥٧
(١٥,٢,٢) المشاركة العامة ٤٥٧
(١٥,٢,٣) الاستخدام الشخصي والتأمل ٤٥٧

(١٥,٣) عملية الاستشعار التشاركي ٤٥٧
(١٥,٤) نظرة تقنية عامة ٤٥٨
(١٥,٥) السيناريو المبكر ٤٦١
(١٥,٦) الاتجاهات الحديثة ٤٦٢
(١٥,٦,١) صحافة المواطن ٤٦٣
(١٥,٦,٢) المشاركة السلبية ٤٦٣
(١٥,٦,٣) الاستشعار الاجتماعي ٤٦٤
(١٥,٧) مثال عصري ٤٦٥
(١٥,٨) الاستنتاجات ٤٦٧

الفصل السادس عشر المركبات ذاتية القيادة وأنظمة الأنظمة السيبرانية الفيزيائية ٤٦٩
(١٦,١) المقدِّمة ٤٦٩
(١٦,٢) السيارات ذاتية القيادة ٤٧٠
(١٦,٢,١) لمحة تاريخية موجزة عن السيارات ذاتية القيادة ٤٧٠
(١٦,٢,٢) التقنيات التمكينية ٤٧١
(١٦,٢,٣) التنظيم، والحوكمة، والأخلاق ٤٧٢
(١٦,٢,٤) مركبات الركاب ذاتية القيادة الأخرى ٤٧٣
(١٦,٣) الأنظمة الذاتية الأخرى ٤٧٣
(١٦,٣,١) السكك الحديدية الذاتية ٤٧٣
(١٦,٣,٢) الأنظمة الجوية بدون طيار ٤٧٤
(١٦,٣,٣) المركبات والأنظمة ذاتية القيادة تحت الماء بدون ربان ٤٧٥
(١٦,٤) البنية التحتية الذكية ٤٧٥
(١٦,٥) التقارب وأنظمة الأنظمة السيبرانية الفيزيائية ٤٧٦
(١٦,٦) التحديات والفرص في الأنظمة السيبرانية الفيزيائية ٤٧٧

الفصل السابع عشر: اللوجستيات ٤٧٩
(١٧,١) المقدِّمة ٤٧٩
(١٧,٢) الأدوار والجهات الفاعلة ٤٨٣
(١٧,٣) نظرة تقنية عامة ٤٨٥
(١٧,٣,١) تحديد الأشياء ٤٨٥
(١٧,٣,٢) التقنيات الأساسية ٤٨٦
(١٧,٤) مثال على سيناريو – نقل الأغذية ٤٨٩
(١٧,٥) الاستنتاجات ٤٩٣

الفصل الثامن عشر: الاستنتاجات والنظرة المستقبلية ٤٩٥

الملحق (أ): مواصفات الآلة إلى الآلة من المعهد الأوربي لمعايير الاتصالات (ETSI M2M) ٥٠١
(١,أ) المقدِّمة ٥٠١
(١,١,أ) بنية الآلة إلى الآلة عالية المستوى من المعهد الأوربي لمعايير الاتصالات ٥٠٢
(١,٢,أ) قدرات خدمة الآلة إلى الآلة من المعهد الأوربي لمعايير الاتصالات ٥٠٦
(١,٣,أ) واجهات الآلة إلى الآلة من المعهد الأوربي لمعايير الاتصالات ٥١٠
(١,٤,أ) إدارة موارد الآلة إلى الآلة من المعهد الأوربي لمعايير الاتصالات ٥١١

قائمة الاختصارات ٥١٥
المراجع ٥٣٧
ثبت المصطلحات: أولاً: عربي - إنجليزي ٥٤٩
ثانياً: إنجليزي – عربي **٥٥٨**
كشاف الموضوعات ٥٦٧