



حلّ مشكلة فوضى الأجهزة

Mohamed-Slim Alouini^{1*} و Christos Masouros²

¹كرسي اليونيسكو في التعليم لربط غير المتصلين، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية (كاوست)، ثول، منطقة مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية

²قسم معالجة الإشارات والاتصالات اللاسلكية، كلية لندن الجامعية (UCL)، لندن، المملكة المتحدة

المراجعون الصغار

HARRY

العمر: 16



تم تصميم تكنولوجيا الاستشعار والاتصالات المتكاملة (ISAC) لحل مشكلة "فوضى الأجهزة". فمن خلال دمج الاستشعار والاتصالات في نظام واحد، تقلل هذه التكنولوجيا من الحاجة إلى أجهزة إضافية وتوفّر الطاقة وتجعل الشبكات أسرع وأذكى. وتساعد الأجهزة على التكيف مع التغيرات في بيئتها المحيطة، على سبيل المثال من خلال تعديل درجة حرارة المنزل المزوّد بأجهزة ذكية. وهناك بالفعل تطبيقات مثيرة للاهتمام لتكنولوجيا ISAC، على سبيل المثال، يمكن للمستشعرات المزوّدة بهذه التكنولوجيا مساعدة المزارعين في توفير المياه والأسمدة، كما يمكن أن تكتشف بسرعة مشاكل الشبكة الكهربائية مثل انقطاع التيار الكهربائي أو التغيرات في تدفق الكهرباء أو أعطال المعدات. وبفضل الأنظمة المزوّدة بتكنولوجيا ISAC، تستطيع السيارات المتصلة القيادة ذاتيًا واكتشاف العوائق، وكذلك التنسيق مع السيارات الأخرى لتحسين حركة المرور في المدن الكبيرة. ويمكن أن تساعد هذه الأنظمة أيضًا في مراقبة المرضى في المستشفيات. وعلى الرغم من وجود تحديات،

مثل ضمان سلاسة عمل الأنظمة معًا، فإن تكنولوجيا ISAC تجعل الشبكات تعمل ببساطة أكثر وكفاءة أكبر وبدون الإضرار بالبيئة.

العالم بحاجة إلى الحد من فوضى الأجهزة

هل لاحظت عدد الأجهزة التي نحتاجها للقيام بالمهام اليومية؟ في منزلك وحده، قد تكون لديك مكبرات صوت ذكية لتشغيل الموسيقى وجهاز لوحي لبث الفيديوهاات وجهاز توجيه Wi-Fi للإنترنت وترموستات تعدّل درجة الحرارة وكاميرا جرس باب لرؤية من يوجد خارج المنزل والمزيد من الأجهزة. ويبدو أن عدد الأدوات التي نعتمد عليها يزيد كل يوم. وعلى الرغم من أن هذه الأجهزة يمكن أن تزيد من سهولة الحياة والترفيه فيها، فإن وجود عدد كبير للغاية منها يؤدي إلى ما نسميه "فوضى الأجهزة"، أي وجود عدد أكبر من اللازم من الأجهزة التي تقوم بمهام مشابهة. ويؤدي هذا إلى إهدار الطاقة وإبطاء الاتصالات بين الأجهزة والحاجة إلى المزيد من الموارد، مثل السيليكون المستخدم في صناعة الإلكترونيات [1]. وفي نهاية العمر الافتراضي للأجهزة، تُلقى في مكبات النفايات، وبالتالي كلما زاد عدد الأجهزة لدينا، زادت النفايات الإلكترونية التي علينا التعامل معها في المستقبل.

النفايات الإلكترونية (E-WASTE)

الأجهزة الإلكترونية القديمة أو المتعطلة أو غير المرغوب فيها، مثل الهواتف وأجهزة الكمبيوتر والبطاريات، والتي غالبًا ما تحتوي على مواد ضارة.

أنظمة الاستشعار (SENSING SYSTEMS)

الأجهزة التي تجمع بيانات حول العالم المحيط بنا، مثل مستشعرات التربة التي تفحص مستويات الرطوبة أو أجهزة مراقبة جودة الهواء التي تقيس التلوث.

أنظمة الاتصالات (COMMUNICATION SYSTEMS)

أجهزة ترسل المعلومات وتتلقاها، مثل أجهزة توجيه شبكة Wi-Fi التي تتيح لك بث الفيديوهاات أو إجراء مكالمات الفيديو.

تكنولوجيا الاستشعار والاتصالات المتكاملة (INTEGRATED SENSING AND COMMUNICATION (ISAC))

تكنولوجيا تدمج جمع البيانات ومشاركة المعلومات في نظام واحد، ما يزيد من سرعة الشبكات وبساطتها وكفاءتها.

تعتمد الشبكات التقليدية على نوعين من الأنظمة: أنظمة الاستشعار وأنظمة الاتصالات. تجمع أجهزة الاستشعار بيانات حول العالم المحيط بنا، مثل أجهزة مراقبة جودة الهواء التي تقيس مستويات التلوث أو مستشعرات التربة التي تفحص مستويات الرطوبة في المزارع. أما أنظمة الاتصالات، فترسل المعلومات وتتلقاها، مثل أجهزة توجيه شبكة Wi-Fi التي تتيح لك الاستمتاع بألعاب الفيديو المباشرة أو بث الفيديوهاات أو إجراء مكالمات الفيديو. وغالبًا ما تعمل هذه الأنظمة معًا، ولكن لكل منها تصميم مختلف، ما يعني وجود المزيد من الأجهزة وزيادة استهلاك الطاقة واحتمالات الأخطاء.

لحلّ المشاكل الناتجة عن التشابك المتزايد بين الشبكات والأجهزة، نحتاج إلى أجهزة أذكى ومتعددة الوظائف بشكل أكبر وتستطيع إنجاز عدة مهام، كما نحتاج إلى شبكات أذكى تقلل من فوضى الأجهزة وتوفّر الطاقة وتجعل الاتصالات أكثر كفاءة.

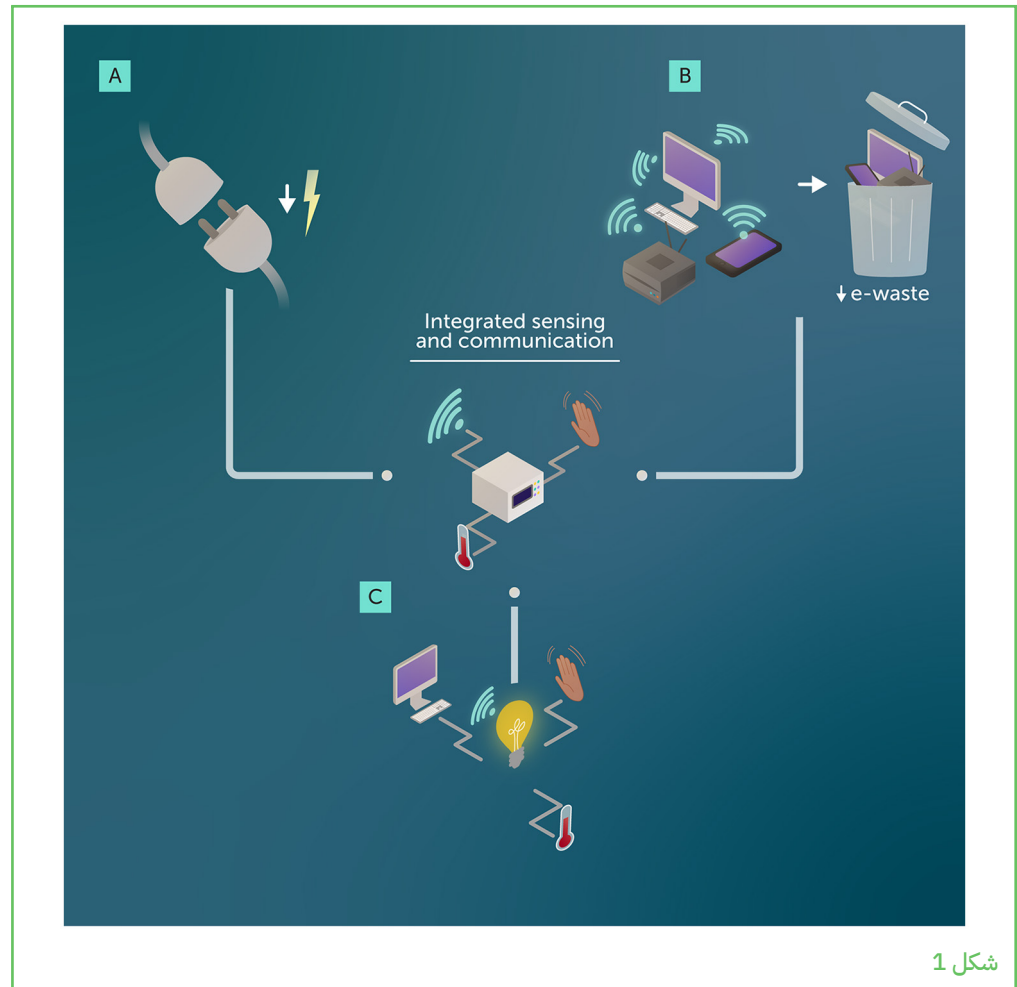
إمكانات مبشرة لتكنولوجيا الاستشعار والاتصالات المتكاملة (ISAC)

تم تصميم تكنولوجيا الاستشعار والاتصالات المتكاملة (ISAC) الجديدة لحلّ مشكلة فوضى الأجهزة، فهي تجمع بين وظيفتين مهمتين للشبكات، وهما الاستشعار والاتصالات، في نظام واحد [2, 3]. معنى هذا أن النظام نفسه يمكنه جمع البيانات حول البيئة إلى جانب مشاركة تلك المعلومات مع أجهزة أخرى. وبالجمع بين هاتين المهمتين، يمكن لتكنولوجيا ISAC أن تقلل من عدد الأجهزة التي نحتاجها وتوفّر الطاقة والموارد والنفايات الإلكترونية وتجعل الشبكات أسرع وأذكى.

ولا تقتصر فائدة هذه التكنولوجيا على ذلك فحسب، بل تساعد الشبكات أيضًا على فهم البيئة المحيطة بها، ما يجعل الأجهزة ذكية وواعية بما يحدث بالقرب منها حتى تستطيع تعديل سلوكها حسب الحاجة. على سبيل المثال، فإن الجهاز الذكي الذي يستخدم تكنولوجيا ISAC يمكنه اكتشاف ما إذا كان الأشخاص موجودين في غرفة معينة أم لا وإرسال تلك المعلومات إلى نظام تدفئة أو تبريد لتعديل درجة الحرارة تلقائيًا.

شكل 1

بالجمع بين وظائف الاستشعار والاتصالات للشبكات في نظام واحد، تتاح عدة استخدامات محتملة لتكنولوجيا ISAC. (A) فمن خلال الشبكات الذكية، يمكن أن تحسّن هذه التكنولوجيا من كيفية توصيل الكهرباء واستخدامها، ما يزيد من الموثوقية. كما أن تقليل العدد اللازم من الأجهزة وزيادة كفاءتها يمكن أن يوفر الطاقة أيضًا. (B) يمكن أن تقلل تكنولوجيا ISAC من فوضى الأجهزة، ما يؤدي إلى تسريع الشبكات والحد من كمية النفايات الإلكترونية الخطيرة الناتجة. (C) يمكن استخدام التكنولوجيا اللاسلكية الضوئية (التي ترسل المعلومات عبر الضوء) في المصابيح الذكية التي تضيء الغرفة مع استشعار البيئة في الوقت نفسه ومساعدة الأجهزة على التواصل مع بعضها.



شكل 1

وعلى نطاق واسع، يمكن لهذه التكنولوجيا مساعدة الأنظمة على اتخاذ قرارات أكثر ذكاءً وكفاءة في البيئات المعقدة مثل المستودعات. على سبيل المثال، تتيح التكنولوجيا للمستودعات الذكية تتبع العمال أو المعدات في الوقت الفعلي وإرسال إشعارات حول كل جديد إلى المديرين أو الأنظمة الآلية للحفاظ على سير العمل بسلاسة. وفي المدن الذكية، يمكن تفادي الازدحام باستخدام التكنولوجيا في **السيارات المتصلة**، أي السيارات التي تتم قيادتها ذاتيًا وتستطيع اكتشاف حوادث المرور ونقل تلك المعلومات إلى السيارات الأخرى في المنطقة المحيطة. سواء في المنازل أو المنشآت الصناعية، تستطيع تكنولوجيا ISAC استشعار التغيرات ونقل المعلومات ذات الصلة بها في الوقت نفسه بفضل البرامج المتقدمة التي تكتشف كيفية القيام بكلتا المهمتين بكفاءة، ما يوفر الوقت والطاقة.

السيارات المتصلة

(CONNECTED CARS)

سيارات حديثة تستخدم المستشعرات وأدوات الاتصالات لرصد بيئتها والتنقل بشكل مستقل والتواصل مع بعضها ومع سلطات المرور.

تكنولوجيا لحلّ المشاكل

يتم استخدام تكنولوجيا ISAC بالفعل بطرق مثيرة للاهتمام لحلّ مشاكل واقعية في عدة صناعات (الشكل 1).

ومن المجالات التي تتميز فيها تكنولوجيا ISAC هي **التكنولوجيا اللاسلكية الضوئية**، والتي تستخدم الضوء بدلاً من موجات الراديو لإرسال المعلومات وتلقيها [4]. على سبيل المثال، تخيل وجود مصباح ذكي في منزلك،

فبالإضافة إلى إضاءة غرفتك، يمكن أن يساعد هذا المصباح أيضًا أجهزة مثل الهاتف أو الكمبيوتر في "التواصل" مع بعضها، بل واستشعار أشياء في البيئة مثل درجة حرارة الهواء أو حركة شخص ما. والأنظمة اللاسلكية الضوئية مفيدة بشكل خاص في أماكن مثل المستشفيات أو المصانع، والتي يمكن أن تتداخل فيها الإشارات اللاسلكية العادية، مثل Wi-Fi، مع معدات حساسة مثل الآلات الطبية أو المستشعرات الصناعية. وفي المستشفيات، يمكن للوحات المضيئة في غرف المرضى توفير الإضاءة مع مراقبة حركة المريض أو علاماته الحيوية في الوقت نفسه. وباستخدام تكنولوجيا ISAC، يمكن أن تتواصل هذه اللوحات مباشرةً مع المعدات الطبية، ما يخلصنا من الحاجة إلى مستشعرات إضافية ويجعل الرعاية أكثر كفاءة وراحة للمرضى. وباستخدام الضوء بدلاً من موجات الراديو، تمنع التكنولوجيات اللاسلكية الضوئية التداخل وتعمل بسلاسة في هذه البيئات المليئة بالتحديات.

تتمتع تكنولوجيا ISAC أيضًا بإمكانات واعدة في الرصد البيئي والزراعة وأنظمة الطاقة. على سبيل المثال في مجال الرصد البيئي، يمكن للمستشعرات المزودة بهذه التكنولوجيا تتبع جودة الهواء أو اكتشاف التلوث أو قياس التغيرات في مستويات المياه، ما يساعد المجتمعات في الاستجابة للتحديات البيئية. وفي **الزراعة الذكية**، يمكن للأنظمة المزودة بالتكنولوجيا القيام بأكثر من مجرد قياس الرطوبة في التربة. فيمكن للمستشعرات أن تسمح حقل بأكمله، وأن تحدد للمزارعين بالضبط الأماكن التي في أمس الحاجة إلى المياه أو الأسمدة. ويوفر هذا الموارد والوقت ويقلل من النفايات، كما يساعد المزارعين على زراعة محاصيل أفضل. وفي أنظمة الطاقة، يمكن أن تحسّن تكنولوجيا ISAC كيفية توصيل الكهرباء واستهلاكها. فالشبكات الكهربائية الحديثة التي تُسمى **الشبكات الذكية** يمكن أن تستخدم هذه التكنولوجيا لمراقبة استهلاك الطاقة واكتشاف المشاكل، مثل ارتفاع درجة الحرارة أو الأضرار في الخطوط الكهربائية، والاستجابة بسرعة للتغيرات في الطلب على الكهرباء. ويمكن أن ترسل المستشعرات تنبيهات فورية إلى فرق الإصلاحات، ما يقلل مدة انقطاع الكهرباء ويحسّن الموثوقية.

تحديات كبيرة وفرص أكبر

يمكن لتكنولوجيا ISAC تحويل طريقة توصيلنا للتكنولوجيا واستخدامها، ولكنها ما زالت بحاجة إلى التطوير. ومن التحديات الكبيرة تحديد كيفية الجمع بين الاستشعار

التكنولوجيا اللاسلكية الضوئية (OPTICAL-WIRELESS TECHNOLOGY)

نظام يستخدم الضوء بدلاً من موجات الراديو لإرسال المعلومات وتلقيها، ما يمنع التداخل، وخاصةً في بيئات مثل المستشفيات أو المصانع.

الزراعة الذكية (SMART AGRICULTURE)

استخدام التكنولوجيا لمساعدة المزارعين على العمل بكفاءة أكبر، كما في حالة المستشعرات التي تراقب المحاصيل وتوضح الأماكن المحددة التي تحتاج إلى المياه أو الأسمدة.

الشبكات الذكية (SMART GRIDS)

شبكات كهربائية حديثة تستخدم المستشعرات وأدوات الاتصالات لمراقبة الكهرباء واكتشاف المشاكل وجعل استخدام الطاقة أكثر موثوقية.

والاتصالات في نظام واحد بدون إبطائه أو زيادة التعقيد فيه. بشكل تقليدي، كان الاستشعار منفصلاً عن الاتصالات لأن كلاهما يحتاج إلى أنواع مختلفة من الإشارات والمعدات، فالاستشعار يتضمن في الغالب اكتشاف تفاصيل دقيقة في البيئة، بينما تركز الاتصالات على نقل البيانات بسرعة. ومن الصعب دمج هاتين الوظيفتين بدون حدوث تدخل أو فقدان للدقة، كما توجد حاجة إلى برامج وإشارات أذكى ومعدات أفضل لمساعدة تكنولوجيا ISAC على أداء المهمتين بسرعة وبدقة.

تشمل التحديات الأخرى ضمان عمل الأنظمة المزودة بهذه التكنولوجيا معًا بسلاسة. فالشركات المختلفة تصمم حاليًا مستشعرات وأجهزة بطرق خاصة بها، ما قد يسبب مشكلات عند احتياجها إلى مشاركة المعلومات. على سبيل المثال في المدن الذكية، تحتاج مستشعرات حركة المرور المزودة بتكنولوجيا ISAC إلى التواصل بسلاسة مع السيارات، وأعمدة الإنارة في الشوارع، والحافلات. وعند استحالة العمل معًا، قد يفشل النظام بأكمله. لذا يلزم وجود قواعد ومعايير واضحة للتأكد من سير كل شيء بسلاسة.

على الرغم من هذه التحديات، فهناك إمكانيات واعدة لتكنولوجيا ISAC. فمن خلال الجمع بين الاستشعار والاتصالات، يمكن أن توفر هذه التكنولوجيا الطاقة وتقلل من عدد الأجهزة اللازمة وتجعل الشبكات أكثر سرعة وكفاءة. في المقابل، فإن الحفاظ على الفصل بين الاستشعار والاتصالات يعني الحاجة إلى المزيد من الأجهزة وزيادة التكاليف وتزايد بطء الاستجابات في استخدامات مثل السيارات ذاتية القيادة أو الشبكات الكهربائية الذكية. ومع إجراء المزيد من البحث والتطوير، يمكن أن تصبح تكنولوجيا ISAC عنصرًا رئيسيًا في مستقبل الأنظمة اللاسلكية.

شكر وتقدير

حررت المقال وشاركت في كتابته سوزان ديباد الحاصلة على درجة الدكتوراة وخريجة كلية مورنينغسايد للدراسات العليا في العلوم الطبية الحيوية بكلية الطب في جامعة ماساتشوستس تشان (الولايات المتحدة الأمريكية) وكاتبة/محررة علمية في شركة إس جي دي للاستشارات ذ.م.م. تم إنشاء الشكل بواسطة Somersault18:24.

إفصاح أدوات الذكاء الاصطناعي

تم إنشاء النص البديل (alt text) المرفق بالأشكال في هذه المقالة بواسطة "فرونترز" (Frontiers) وبدعم من الذكاء الاصطناعي، مع بذل جهود معقولة لضمان دقته، بما يشمل مراجعته من قبل المؤلفين حيثما كان ذلك ممكنًا. في حال تحديدكم لأي خطأ، نرجو منكم التواصل معنا.

مقال المصدر الأصلي

Alouini, M.-S., Costantine, J., and Masouros, C. 2024. *Integrated sensing and communication. Building next-generation networks with digital awareness*. Top 10 Emerging Technologies of 2024 Flagship Report. World Economic Forum. Available online at: <https://www.weforum.org/publications/top-10-emerging-technologies-2024/> (accessed May 7, 2025).

المراجع

1. The Guardian. 2021. *Global shortage in computer chips 'reaches crisis point'*. Available online at: <https://www.theguardian.com/business/2021/mar/21/global-shortage-in-computer-chips-reaches-crisis-point> (accessed May 7, 2025).
2. Asif Haider, M., and Zhang, Y. D. 2023. RIS-aided integrated sensing and communication: a mini-review. *Front. Signal Process.* 3:1197240. doi: 10.3389/frsip.2023.1197240
3. Liu, F., Cui, Y., Masouros, C., Xu, J., Han, T. X., Hassanien, A., et al. 2022. Integrated sensing and communications: toward future dual-functional wireless networks. *IEEE J. Sel Areas Comms.* 40:1728–67. doi: 10.1109/JSAC.2022.3156632
4. Metin, T., Emmelmann, M., Corici, M., Jungnickel, V., Kottke, C., and Müller, M. 2020. "Integration of optical wireless communication with 5G systems", in *2020 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)* (Taipei, Taiwan), 1–6. doi: 10.1109/GCWkshps50303.2020.9367502

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 أكتوبر 2025

المحرر: Idan Segev

مرشدو العلوم: Shaojing Fan

الاقتباس: Alouini M-S و Masouros C (2025) حلّ مشكلة فوضى الأجهزة. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2025.1572272-ar

مُترجم ومقتبس من: Alouini M-S and Masouros C (2025) Tackling the Too-Many-Devices Problem. *Front. Young Minds* 13:1572272. doi: 10.3389/frym.2025.1572272

إقرار تضارب المصالح: وبعلم المؤلف المتبقي أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2025 © 2025 Alouini و Masouros. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيّدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

HARRY، العمر: 16

اسمي Harry، وأنا أحب مجموعة كبيرة من الرياضات والألعاب، كما أنني مهتم للغاية بمختلف المجالات العلمية، وعلى وجه الخصوص علم الأحياء والقطاع الطبي الحيوي حيث تناح لي ملاحظة كيف يمكن لتطبيقات الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة حلّ مشكلات العالم الواقعي بكفاءة.

المؤلفون

MOHAMED-SLIM ALOUINI

وُلد Mohamed-Slim Alouini في العاصمة التونسية، تونس. وحصل على درجة الدكتوراه من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (Caltech) في عام 1998 قبل أن يعمل كعضو هيئة تدريس في جامعة مينيسوتا، وبعد ذلك في جامعة تكساس M & A في قطر. في عام 2009، انضم إلى أعضاء هيئة التدريس المؤسسين لجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية (كاوست)، فهو أستاذ "الخوارزمي" المتميز الآن في الهندسة الكهربائية والحاسوبية (ECE)، كما يشغل حاليًا "كرسي اليونيسكو في التعليم لربط غير المتصلين". وهو زميل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) والجمعية البصرية الأمريكية (OPTICA)، وتشمل اهتماماته البحثية مجموعة كبيرة من المواضيع البحثية في الاتصالات اللاسلكية والاتصالات بالأقمار الصناعية. ويركز حاليًا على معالجة التحديات التقنية المرتبطة بتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT) في المناطق ناقصة الخدمات، ويسخر جهوده لسدّ الفجوة الرقمية من خلال معالجة المشكلات المرتبطة بالتوزيع غير المتساوي لتكنولوجيات ICT والوصول إليها واستخدامها في المناطق الريفية وذات الدخل المنخفض والمناطق المعرضة للكوارث والمناطق التي يصعب الوصول إليها. [*slim.alouini@kaust.edu.sa](mailto:slim.alouini@kaust.edu.sa)

CHRISTOS MASOUIROS

C. Masouros هو أستاذ للاتصالات اللاسلكية ومعالجة الإشارات في كلية لندن الجامعية (UCL). ويركّز في أبحاثه على تحسين معدلات نقل البيانات، وجودة خدمة أنظمة الاتصالات، وجعل تلك الأنظمة مستدامة وآمنة. وهذا مهم للغاية لمجموعة التطبيقات التي تتيحها تلك الأنظمة، بدءًا من المدن الذكية والسيارات المتصلة والتطبيقات الصناعية، ووصولًا إلى الواقع المعزز وميتافيرس. وفي وقت فراغه، يحب القراءة والعزف على الغيتار



جامعة الملك عبد الله
للعلوم والتقنية
King Abdullah University of
Science and Technology



النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by