

# Guest editorial: Advances in wireless communications and networking

## Éditorial invité : Avancées dans les communications et la réseautique sans fil

Since its invention by Guglielmo Marconi in 1896, wireless communications technology has been developing at a very fast rate, and today it has become the most exciting area in telecommunications and networking. Over the last century, advances in wireless technologies have led to the development of cellular mobile phones, communications satellites, wireless LANs, etc. The emergence of wireless packet data applications (e.g., wireless Web access, interactive and real-time mobile multimedia applications, wireless interactive gaming, client/server applications) is the key driver for the evolution of future-generation wireless systems from the current second-generation (2G)/third-generation (3G) systems. Future-generation wireless systems will enable us to communicate with anyone, anywhere, at any time using a range of multimedia services.

The unique characteristics of wireless communications systems such as physical limitations and impairments to radio channels (e.g., bandwidth constraints, channel fading, noise and interference), user mobility, limited battery power and limited computational resources of mobile devices pose significant challenges in designing high-speed wireless communication networks. To meet the challenges, efficient and effective channel-impairment mitigation techniques at the physical layer and mobility/resource management algorithms at the link and network layers are essential. As the layers of the protocol stack cannot operate independently of each other, the vertical coupling between layers should be emphasized in the development of mobility and resource management strategies to adapt to network conditions and to user application characteristics. Furthermore, it is well accepted that the future (such as the fourth-generation) wireless network architecture will include different wireless access networks glued together to provide seamless Internet access to mobile users. Internetworking between a wireless subsystem and the Internet and vertical handoff between different wireless subsystems (such as cellular systems, wireless LAN, ad hoc networks) are critical to provisioning of quality of service (QoS) to different Internet applications in different wireless networks.

This special issue of the *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering* (CJCE) is intended to foster the dissemination of high-quality research in wireless communications and networking for future-generation mobile communications systems. Telecommunications is one of Canada's most successful high-tech industries in international competition. In Canada there has been an increasing interest in "wireless" research and development activities in academia and in industry. The majority of the submissions that we received were from Canada.

A total of 18 papers were accepted for publication in this special issue. The selected papers present advances in the state-of-the-art of wireless communications and networking technology, ranging from the physical layer to the radio-link, network and transport layers. Specifically, there are three papers dealing with performance analysis of wireless communications systems, three papers on channel coding, detection and diversity techniques, one paper related to multiple antenna systems, six papers on resource management problems, two papers related to scheduling, and three papers concerned with wireless ad hoc networking and Bluetooth technology.

In the paper "Unified performance bounds for generalized selection diversity combining in independent generalized fading channels," Y. Chen et al. derive upper and lower bounds for the cumulative distri-

Depuis son invention par Guglielmo Marconi en 1896, la technologie des communications sans fil s'est développée à une très grande vitesse et c'est aujourd'hui devenu le domaine le plus excitant de télécommunications et de la réseautique. Durant le dernier siècle, les avancées en technologies sans fil ont mené au développement des téléphones cellulaires mobiles, des communications satellites, des réseaux locaux sans fil, etc. L'émergence d'applications à paquets de données sans fil (par ex., l'accès sans fil à Internet, des applications multimédia, mobiles, interactives et en temps réel, des jeux interactifs sans fil, des applications client/serveur) est le meneur clé de l'évolution des systèmes sans fil de prochaine génération à partir des systèmes actuels de deuxième (2G) et de troisième (3G). Les systèmes sans fil de prochaine génération nous permettront de communiquer avec n'importe qui, n'importe où et n'importe quand en utilisant une panoplie de services multimédia.

Les caractéristiques uniques des systèmes de communications sans fil comme les limites physiques et les détériorations des canaux radio (par ex., contraintes de largeur de bande, l'évanouissement du canal, le bruit et l'interférence), la mobilité des usagers, la puissance limitée des piles et les ressources de calcul limitées des appareils sans fil offrent des défis significatifs dans la conception de réseaux de communications sans fil à grande vitesse. Pour relever les défis, des techniques efficaces d'atténuation des détériorations des canaux de la couche physique et des algorithmes de gestion des ressources et de la mobilité aux couches liaison et réseaux sont essentielles. Puisque les couches de la pile du protocole ne peuvent pas opérer indépendamment l'une de l'autre, l'attelage vertical entre les couches devrait être appuyé dans le développement de la mobilité et des stratégies de gestion de ressources pour s'adapter aux états de réseau et aux caractéristiques des applications des usagers. En outre, on accepte bien que l'architecture future des réseaux sans fil (tel que la quatrième génération) inclura différents réseaux d'accès sans fil collés ensemble pour fournir aux usagers mobiles un accès direct à l'Internet. La réseautique Internet entre un sous-système sans fil et l'Internet ainsi que le relais vertical entre les différents sous-systèmes sans fil (comme des systèmes cellulaires, des réseaux locaux sans fil, des réseaux ad-hoc) sont critiques à la qualité de service (QoS) des différentes applications Internet dans les différents réseaux sans fil.

Ce numéro spécial de la *Revue canadienne de génie électrique et informatique* (RCGÉI) a pour but de stimuler la diffusion de la recherche de haute qualité en communications et réseautique sans fil pour les systèmes de communications mobiles de prochaine génération. Les télécommunications sont l'une des industries de haute technologie du Canada qui ont le plus de succès en compétition internationale. Au Canada, il y a eu un intérêt grandissant pour les activités de recherche et de développement « sans fil » dans les milieux universitaires et industriels. La majorité des soumissions que nous avons reçues étaient du Canada.

Un total de 18 articles a été accepté pour la publication dans ce numéro spécial. Les papiers sélectionnés présentent des avancées dernier cri dans les communications sans fil et la technologie de la réseautique, allant de la couche physique jusqu'au lien radio ainsi que jusqu'aux couches réseaux et transport. Spécifiquement, trois articles traitent de l'analyse de la performance des systèmes de communications sans fil, trois articles sur le codage du canal, les techniques de détection et de diversité, un article lié aux systèmes à antennes multiples, six articles sur les problèmes de gestion de ressources, deux articles liés à l'ordonnement et trois articles touchant à la réseautique sans fil ad hoc et à la technologie Bluetooth.

bution function of the generalized selection combining (GSC) receiver output signal-to-noise ratio (SNR) in generalized fading channels. The paper "Maximal-ratio eigen-combining: A performance analysis" by C. Siriteanu and S.D. Blostein presents new closed-form expressions for the average error probability and outage probability for maximal-ratio eigen-combining (or eigen-beamforming) when the channel conditions are perfectly known. The paper "Performance of multicarrier DS-CDMA systems with time-limited chip waveforms" by H.H. Nguyen studies the effect of time-limited chip waveform shaping on the performance of multicarrier direct-sequence spread-spectrum (MC-DS-CDMA) systems.

The paper "Multilevel code design for multistage and parallel decoding schemes for Rayleigh fading channels" by G. Karabulut and A. Yongaçoglu dwells on the design of efficient coded modulation systems with practically feasible decoding schemes in a Rayleigh fading environment. In the paper "Linear-complexity detection with iterative processing for space-time coded systems," N. Mysore and J. Bajcsy present a low-complexity space-time detector based on turbo codes and iterative processing schemes for wireless data transmission over multiple-input, multiple-output (MIMO) channels. In the paper "A new CDMA/SDMA structure with transmit diversity," W. Li et al. analyze the bit error rate performance of a CDMA/SDMA system with transmit diversity achieved through space-time coding (STC). The paper "Multiple-antenna communication systems: An emerging technology" by P. Goud Jr. et al. presents an introduction to the basic theory of MIMO systems and some observations regarding the measured indoor MIMO channel in a practical MIMO testbed.

A. Anpalagan and E. Sousa, in their paper "Integrated rate, power and cell control in cellular CDMA systems: An interference-balancing approach," propose two radio resource management schemes for reverse-link transmission in CDMA networks. These schemes aim at reducing interference power variations among base station antennas and minimize the average transmit bit energy. In the paper "Source-based network-balanced receive power control with fixed base station assignment in cellular multimedia CDMA systems," A. Anpalagan considers the problem of receive power control for users with multi-rate requirements in a cellular CDMA network and presents two approaches, namely, the source-based receive power control (SBRPC) and network-balanced RPC (NBRPC), to tackle the problem.

In the paper "An adaptive resource reservation strategy for handoff in wireless CDMA cellular networks," J. Zhang et al. present a measurement-based adaptive resource management strategy for handoff in wireless CDMA systems which provides improved grade of service (GoS) performance in terms of new-call blocking and handoff call dropping probabilities compared to some other previously proposed schemes. In the paper "An efficient wireless resource management scheme to support handoff data recovery in packet-switched cellular multicast networks," Z. Jiang and V.C.M. Leung present a fair and efficient resource management scheme for handoff in packet-switched cellular wireless multicast networks. The paper "User mobility support in an urban CDMA-based wireless network" by M. Cheung and J.W. Mark examines the effect of user mobility on QoS provisioning and resource management in an urban cellular CDMA network. In the paper "Adaptive bandwidth framework for provisioning connection-level QoS for next-generation wireless cellular networks," N. Nasser and H. Hassanein propose an adaptive framework for supporting multiple classes of multimedia services with different QoS requirements in cellular wireless networks.

The paper "Comparisons of link-adaptation-based scheduling algorithms for the WCDMA system with high-speed downlink packet access," by L.-C. Wang and M.-C. Chen examines the fairness performances of several radio-link-adaptation-based scheduling algorithms. In the paper "Scheduling algorithms for high-throughput packet data service in cellular radio systems," R.C. Elliott and W.A. Krzymień evaluate the performances of a number of scheduling algorithms under different wireless channel models.

Dans l'article « Limites unifiées de performance pour la diversité par combinaison avec sélection généralisée dans les canaux indépendants généralisés d'évanouissements », Y. Chen et al. dérivent des limites inférieures et supérieures de la fonction de distribution cumulative du rapport signal-à-bruit (SNR) du récepteur à diversité par combinaison avec sélection généralisée dans les canaux indépendants généralisés d'évanouissements. L'article « Combinaison propre à rapport maximal : une analyse de la performance » de C. Siriteanu et S.D. Blostein présente de nouvelles expressions de forme explicite pour la probabilité d'erreur moyenne et la probabilité de panne dans le cas du rapport propre maximal combiné (ou la formation de voie) lorsque les états du canal sont connus parfaitement. L'article « Performances des systèmes multi-porteuses SD-CDMA avec formes d'onde en créneau limitée en temps » de H.H. Nguyen étudie l'effet de la formation de formes d'onde en créneau limitée en temps sur la performance de systèmes multi-porteuses à séquence directe et à spectre étalé (MC-DS-CDMA).

L'article « Conception des codes à multiniveaux pour le décodage à étages multiples et à niveaux parallèles pour les canaux d'évanouissements Rayleigh » de G. Karabulut et A. Yongaçoglu traite de la conception de systèmes à modulation codée efficace avec des schèmes de décodage pratiquement réalisables dans un environnement à évanouissements Rayleigh. Dans l'article « La détection de complexité linéaire avec le traitement itératif pour les systèmes à codage temps-espace », N. Mysore et J. Bajcsy présentent un détecteur espace-temps à faible complexité basé sur des codes turbos et des schèmes de traitement itératif pour la transmission sans fil de données dans un canal à multiples entrées et à multiples sorties (MIMO). Dans l'article « Une nouvelle structure de AMDC/AMDE avec diversité de transmission », W. Li et al. analysent la performance du taux d'erreur binaire d'un système AMDC/AMDE à diversité de transmission atteinte en utilisant du codage spatio-temporel (CST). L'article « Systèmes de communications multi-antennes : une technologie émergente » de P. Goud Jr. et al. présente une introduction à la théorie de base des systèmes MIMO ainsi que quelques observations sur le canal MIMO intérieur mesuré dans un banc de test MIMO pratique.

A. Anpalagan et E. Sousa, dans leur article « Commande intégrée de taux, de puissance et de cellules dans les systèmes cellulaires AMDC : une approche d'équilibrage d'interférence », proposent deux schèmes de gestion de ressources radio pour les réseaux AMDC à transmission à lien inversé. Ces schèmes visent à réduire les variations de puissance de l'interférence parmi les antennes de la station de base et à minimiser l'énergie moyenne d'un bit transmis. Dans l'article « Commande de puissance reçue basée sur la source pour les réseaux équilibrés avec attribution fixe de station de base dans les systèmes cellulaires multimédias à AMDC », A. Anpalagan considère le problème du contrôle de la puissance de réception pour des usagers avec des besoins multi-taux dans un réseau cellulaire AMDC et présente deux approches pour attaquer le problème, soit le contrôle à la source de la puissance de réception (CSPR) et le contrôle de la puissance de réception équilibré sur le réseau (CPRER).

Dans l'article, « Une stratégie adaptative de réservation de ressource pour le transfert en fondu dans les réseaux cellulaires sans fil à AMDC », J. Zhang et al. présentent une stratégie adaptative de gestion des ressources basée sur des mesures pour le relais dans les systèmes sans fil AMDC. Cette stratégie offre une performance de grade de service (GdS) améliorée sur le plan des probabilités de blocage des nouveaux appels et de perte d'appels en relais comparativement à des schèmes proposés auparavant. Dans l'article « Un mécanisme de gestion de ressource sans fil efficace pour soutenir le rétablissement des données lors des transferts en fondu dans les réseaux cellulaires de commutation multicast par paquets », Z. Jiang et V.C.M. Leung présentent un schème juste et efficace de gestion de ressources pour le relais dans les réseaux cellulaires de commutation multicast par paquets. L'article « Appui à l'utilisateur mobile dans un réseau urbain sans fil basé sur l'AMDC » de M. Cheung et J.W. Mark examine l'effet de la mobilité des usagers sur la qualité de service et la gestion des ressources dans un réseau cellulaire AMDC urbain. Dans le papier « Cadre adaptatif de la largeur de bande selon la qualité de service des connexions dans les réseaux cellulaires sans fil de prochaine génération », N. Nasser et H. Hassanein proposent un cadre adaptatif pour supporter plusieurs classes de services multimédia avec des besoins différents en qualité de service dans les réseaux cellulaires sans fil.

The paper "TCP performance over mobile ad hoc networks" by X. Chen et al. identifies the key challenges posed to standard TCP in wireless ad hoc networks and examines some of the proposed TCP solutions. In the paper "Fixed cycles and adaptive bandwidth allocation can coexist in Bluetooth," J. Mišić et al. present a novel polling scheme for intericonet scheduling in Bluetooth networks to schedule both synchronous and asynchronous traffic. The proposed scheme is observed to perform as well as and in some cases even better than other polling schemes. The paper "Performance of a QoS-based multiple-route ad hoc on-demand distance vector protocol for mobile ad hoc networks" by A.O. Fajowu et al. proposes a QoS-based multiple-route on-demand distance vector routing protocol for ad hoc networks. The proposed protocol is shown to be resilient to dynamic network topology induced by node mobility.

We would like to express our thanks to all the authors for submitting their work to this special issue. We also acknowledge the contributions of the referees who participated in the review process. The encouragement and guidance from and discussions with Professors Xavier Maldague and Witold Kinsner, Co-Editors of the *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering*, are greatly appreciated.

We hope that researchers in the area of wireless communications and networking will find the papers in this special issue useful.

Ekram Hossain and Weihua Zhuang, Guest Editors  
E-mail: ekram@ee.umanitoba.ca, wzhuang@bcr.uwaterloo.ca

**Ekram Hossain** is an Assistant Professor in the Department of Electrical and Computer Engineering at the University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba. He received his Ph.D. in electrical engineering from the University of Victoria in Victoria, B.C., in 2000. He was a University of Victoria Fellow and a recipient of the British Columbia Advanced Systems Institute Graduate Scholarship. He received his B.Sc. and M.Sc. in both Computer Science and Engineering from Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET), Dhaka, Bangladesh, in 1995 and 1997, respectively. He was a recipient of the Lucent Technologies, Inc. research award for his contribution to the IEEE International Conference on Personal Wireless Communications (ICPWC), 1997. Dr. Hossain's current research interests include radio-link control and transport-layer protocol design issues and cross-layer optimization for next-generation wireless networks. He leads the Wireless Internet and Packet Radio Network Research Group in the Department of Electrical and Computer Engineering at the University of Manitoba. Currently he serves as an Editor for the *IEEE Transactions on Wireless Communications* and the *IEEE/KICS Journal of Communications and Networks*. He is also serving as one of the Guest Editors for the special issue of the *Wiley Journal of Wireless Communications and Mobile Computing* on "Radio Link and Transport Protocol Engineering for Future-Generation Wireless Mobile Data Networks."

**Weihua Zhuang** received the B.Sc. and M.Sc. degrees from Dalian Maritime University, Liaoning, China, and the Ph.D. degree from the University of New Brunswick, Fredericton, N.B., all in electrical engineering. Since October 1993, she has been with the Department of Electrical and Computer Engineering, University of Waterloo, in Waterloo, Ontario, where she is a Professor. She is a co-author of the textbook *Wireless Communications and Networking* (Prentice Hall, 2003). Her current research interests include multimedia wireless communications, wireless networks, and radio positioning. Dr. Zhuang received the Premier's Research Excellence Award (PREA) in 2001 from the Ontario Government. She is an Associate Editor of the *IEEE Transactions on Vehicular Technology*.

L'article « Comparaisons des algorithmes d'établissement d'un programme basés sur l'adaptation de lien pour le système WCDMA avec l'accès à grande vitesse de paquet de downlink » de L.-C. Wang et M.-C. Chen examine les performances de plusieurs algorithmes d'établissement d'un programme basés sur l'adaptation de lien radio. Dans l'article « Algorithmes d'ordonnement pour la transmission de données haut débit par paquets pour les systèmes radio-cellulaires », R.C. Elliott et W.A. Krzymień évaluent les performances de plusieurs algorithmes d'ordonnement sous différents modèles de canaux sans fil.

L'article « La performance de TCP sur des réseaux mobiles ad hoc » de X. Chen et al. identifie les défis clés posés au standard TCP dans les réseaux sans fil ad hoc et examine quelques unes des solutions TCP proposées. Dans l'article « Coexistence de cycles fixes et de l'allocation adaptative de la largeur de bande dans Bluetooth », J. Misic et al. présentent un nouveau schème de polling pour l'ordonnement des intericonets dans les réseaux Bluetooth afin d'ordonner le trafic synchrone et asynchrone. Ils ont observé que le schème proposé performe aussi bien et, dans quelques cas, mieux que d'autres schèmes de polling. L'article « Performance d'un protocole à vecteurs de distances, ad hoc, sur demande, à routes multiples et basé sur la qualité de service pour les réseaux mobiles ad hoc » de A.O. Fajowu et al. propose un protocole à vecteurs de distances, ad hoc, sur demande et à routes multiples pour des réseaux ad hoc. Le protocole proposé s'avère résilient à la topologie dynamique du réseau introduite par la mobilité des nœuds.

Nous aimerions remercier tous les auteurs pour avoir soumis leurs travaux à ce numéro spécial. Nous reconnaissons également les contributions des arbitres qui ont participé au processus de revue. Les encouragements et les conseils de, ainsi que les discussions avec les professeurs Xavier Maldague et Witold Kinsner, co-rédacteurs de la *Revue canadienne de génie électrique et informatique*, sont grandement appréciés.

Nous espérons que les chercheurs dans le domaine de la communication et de la réseautique sans fil trouveront les articles de ce numéro spécial utiles.

Ekram Hossain et Weihua Zhuang, Éditeurs invités  
Courriel : ekram@ee.umanitoba.ca, wzhuang@bcr.uwaterloo.ca

**Ekram Hossain** est professeur adjoint au Département de génie électrique et informatique de l'Université du Manitoba, Winnipeg, Manitoba. Il a reçu son Ph.D. en génie électrique de l'Université de Victoria à Victoria, C.-B., en 2000. Il était un fellow de l'Université de Victoria et un récipiendaire d'une bourse de British Columbia Advanced Systems Institute. Il a reçu son B.Sc. et son M.Sc. en informatique et génie tous les deux de Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET), Dhaka, Bangladesh, en 1995 et 1997, respectivement. Il était un récipiendaire du prix de recherche de Lucent Technologies, Inc. pour sa contribution à la conférence *IEEE International Conference on Personal Wireless Communications (ICPWC)*, 1997. Ses intérêts de recherche actuels du D<sup>r</sup> Hossein incluent les problèmes de contrôle du lien radio et de la conception des protocoles de la couche transport ainsi que l'optimisation inter couche pour les réseaux sans fil de prochaine génération. Il mène le groupe *Wireless Internet and Packet Radio Network Research* du Département de génie électrique et informatique de l'Université du Manitoba. Présentement, il est un éditeur de *IEEE Transactions on Wireless Communications* et de *IEEE/KICS Journal of Communications and Networks*. Il est aussi un des éditeurs invité du numéro spécial du *Wiley Journal of Wireless Communications and Mobile Computing* sur « L'ingénierie du lien radio et du protocole de transport pour les réseaux de données sans fil et mobiles de prochaine génération ».

**Weihua Zhuang** a reçu ses diplômes B.Sc. et M.Sc. de l'université Dalian Maritime University, Liaoning, Chine, et son diplôme Ph.D. de l'Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton, N.B., tous en génie électrique. Depuis 1993, elle est avec le Département de génie électrique et informatique de l'Université de Waterloo, à Waterloo, Ontario, où elle est une professeure. Elle est co-auteur du livre *Wireless Communications and Networking* (Prentice Hall, 2003). Ses intérêts de recherche actuels incluent les communications multimédia sans fil, les réseaux sans fil et le positionnement radio. D<sup>r</sup> Zhuang a reçu une Bourse du premier ministre pour l'excellence en recherche (BPMER) en 2001 du gouvernement ontarien. Elle est un éditeur associé de *IEEE Transactions on Vehicular Technology*.