

### Special issue

#### **Quantitative retrieval of surface properties from optical remote sensing: advancing applications with physical models**

With a great sense of pride and delight, we introduce to the international audience of the *Canadian Journal for Remote Sensing* the following special issue: “Quantitative retrieval of surface properties from optical remote sensing: advancing applications with physical models”. This issue is dedicated to Professor John R. Miller of York University to mark his retirement in July 2008. With a Ph.D. obtained in 1969 in space physics from the University of Saskatchewan, Professor Miller has completed a distinguished career in remote sensing engineering and science (see Appendix). In particular, he led a highly active and successful airborne remote sensing program and made invaluable contributions to many agricultural, forestry, and lake/ocean projects in Canada and elsewhere. During the Boreal Ecosystem–Atmospheric Study in 1993–1997, Professor Miller played an important role in acquiring airborne optical remote sensing data for a large number of sites. These data are useful for upscaling from site to region as an intermediate spatial scale. As a physicist by training, Professor Miller followed a rigorous sensor calibration procedure, which underpinned the many successful applications. In his research on the applications of airborne and spaceborne remote sensing data to land and aquatic ecosystems, Professor Miller strove to illustrate the underlying physical processes governing remotely sensed signals. His quantitative approaches to remote sensing measurements and applications have influenced a generation of remote sensing scientists, including his numerous students, postdoctoral fellows, and co-workers, and we are both the beneficiaries of his approaches. His research was particularly characterized by a strong commitment to his students, his research collaborators, and multidisciplinary teams.

For this special issue, we received an overwhelming number of contributions of original research using quantitative remote sensing techniques, including a strong showing from Professor Miller’s former students and collaborators, which is an appropriate way to mark the twilight period of the career of this Canadian scientist. After a rigorous peer-review process, we have selected an impressive number of papers for this special issue.

It has been exciting for us to see such a collection of original works on quantitative remote sensing of the land and water surfaces using a wide range of techniques, including lidar, multispectral, hyperspectral, and multi-angle optical remote sensing. These techniques have been successfully applied to various surface types: agriculture, forest, wetland, and open water. The difficulties in retrieving biophysical parameters from structured canopies, such as clumped forests and row

### Numéro spécial

#### **Extraction quantitative des propriétés de surface à l’aide de la télédétection optique : développement des applications basées sur les modèles physiques**

C’est avec une grande fierté et un immense plaisir que nous présentons au lectorat international du *Journal canadien de télédétection* ce numéro spécial : « Extraction quantitative des propriétés de surface à l’aide de la télédétection optique : développement des applications basées sur les modèles physiques ». Ce numéro est dédié au professeur John R. Miller de l’Université York pour souligner son départ à la retraite en juillet 2008. Après avoir obtenu en 1969 un Ph.D. en physique de l’espace de l’Université de la Saskatchewan, le professeur Miller a complété une brillante carrière en génie et en science de la télédétection (voir appendice à la page suivante). En particulier, il a mené un programme de télédétection aéroporté très actif et couronné de succès et il a apporté une contribution appréciable à de nombreux projets dans les domaines de l’agriculture, de la foresterie et des lacs et de l’océan, au Canada et à l’étranger. De 1993 à 1997, dans le cadre du projet BOREAS (« Boreal Ecosystem–Atmospheric Study »), le professeur Miller a joué un rôle important dans le programme d’acquisition de données de télédétection optique aéroportée pour de nombreux sites. Ces données sont utiles pour la mise à l’échelle supérieure d’un site vers la région à titre d’échelle spatiale intermédiaire. À titre de physicien de formation, le professeur Miller a adopté une procédure rigoureuse d’étalonnage de capteurs qui a été à la source des succès réalisés dans de nombreuses applications. Dans sa recherche sur les applications des données de télédétection aéroportée et satellitaire aux écosystèmes terrestres et aquatiques, le professeur Miller s’est appliqué à illustrer les processus physiques sous-jacents gouvernant les signaux de télédétection. Les approches quantitatives qu’il favorisait dans les mesures et les applications en télédétection ont influencé toute une génération de chercheurs en télédétection incluant ses nombreux étudiants, stagiaires postdoctoraux et collègues de travail, et nous sommes tous deux les bénéficiaires de ses approches. Sa recherche était tout particulièrement caractérisée par un engagement ferme envers ses étudiants, ses collaborateurs de recherche et les équipes multidisciplinaires.

Nous avons reçu pour ce numéro spécial un nombre considérable de contributions originales de recherche faisant appel aux techniques quantitatives de télédétection, incluant un apport important venant d’anciens étudiants et collaborateurs du professeur Miller, ce qui représente une façon tout à fait appropriée de souligner l’apothéose de la carrière de ce scientifique canadien. Suite à un processus rigoureux de révision

crops, have been effectively addressed using the combination of multi-angle and hyperspectral remote sensing techniques. Several topics of emerging significance in optical remote sensing applications, such as leaf chlorophyll, plant phenology, and soil salt content, are also studied in a quantitative manner. Methods for reducing noise in hyperspectral images are also presented. Many selected papers follow closely the theme of combining physical models with remote sensing data for effective information retrieval and for broadening the generality and applicability of the algorithms developed using remote sensing data limited by spatial and temporal extents. This combination is precisely what Professor Miller has pursued in his career. In his own work, Professor Miller is never satisfied with just significant correlations of remote sensing data with surface parameters of interest. Instead he always drives towards the physical understanding of these correlations and often uses physical models to explore the underlying relationships and their limitations when applied to other areas or at different times. In Professor Miller's view, the meaning of "quantitative remote sensing" goes beyond the quantification of a spatial variable or phenomenon in a digital form, but more generally, our ability to interpret the numerical values in remote sensing images in terms of the physical, physiological, and biochemical state of the targets. This interpretation would allow the algorithms developed in specific studies to be useful for general applications. This special issue serves well this guiding principle of remote sensing applications and could be considered as part of the legacy of Professor Miller's influence on the terrestrial remote sensing community beyond his immediate circle of influence.

Guest Editors

**Jing M. Chen**

University of Toronto

**H. Peter White**

Canada Centre for Remote Sensing, Natural Resources Canada

#### **Appendix: Synopsis of the research career of John R. Miller**

John R. Miller received a B.E. degree (Engineering Physics) from the University of Saskatchewan, Saskatoon, in 1963, and both M.S.c. (1966) and Ph.D. (1969) degrees in space physics from the same university, studying the aurora borealis using rocket-borne radiometers. He then spent 2 years on a postdoctoral fellowship at the Herzberg Institute at the National Research Council in Ottawa. In 1971 he moved to York University to work as a project scientist on the design and application of spectroscopic instrumentation for remote sensing, the beginning of a 37-year career in remote sensing. He joined York University as a faculty member in 1972, where he has served as a Professor in the Department of Physics and Astronomy and in the Department of Earth and Space Science and Engineering. His early remote sensing interests included atmospheric correction and extraction of biophysical in situ constituent properties from water colour reflectance through radiative transfer models. From 1993 to 1997, John was a

par les pairs, nous avons sélectionné un nombre impressionnant d'articles pour les besoins de ce numéro spécial.

Il a été stimulant pour nous de voir une collection aussi considérable de travaux originaux sur la télédétection quantitative appliquée aux surfaces terrestres et recouvertes d'eau utilisant une variété de techniques, incluant la télédétection Lidar, multispectrale, hyperspectrale et optique multiangulaire. Ces techniques ont été appliquées avec succès à divers types de surfaces : agriculture, forêt, milieux humides et eau libre. Les difficultés d'extraire les paramètres biophysiques des couverts structurés, tels que les forêts agglomérées et les cultures en rangs, ont été abordées efficacement en combinant les techniques de télédétection multiangulaire et hyperspectrale. Plusieurs sujets d'intérêt à la fine pointe dans les applications de la télédétection optique, notamment la teneur en chlorophylle des feuilles, la phénologie des plantes et la teneur en sel du sol sont également étudiés de façon quantitative. On présente aussi des méthodes pour la réduction du bruit dans les images hyperspectrales. Plusieurs des articles sélectionnés sont reliés au thème de la combinaison des modèles physiques avec les données de télédétection pour l'extraction efficace de l'information et pour accroître la généralité et l'applicabilité des algorithmes développés à l'aide des données de télédétection limitées par leur étendue spatiale et temporelle. Cette combinaison est précisément ce que poursuivait le professeur Miller au cours de sa carrière. Dans ses propres travaux, le professeur Miller ne se satisfait jamais de trouver uniquement des corrélations significatives entre les données de télédétection et les paramètres de surface. À la place, il s'efforce de parvenir à une connaissance physique de ces corrélations et souvent, il utilise des modèles physiques pour explorer les relations sous-jacentes et leurs limitations lorsque appliquées dans d'autres domaines ou à différentes périodes. Selon le professeur Miller, la signification de « télédétection quantitative » va bien au-delà de la quantification d'une variable spatiale ou d'un phénomène dans sa forme numérique, mais consiste plutôt en notre habilité à interpréter les valeurs numériques dans les images de télédétection en termes d'état physique, physiologique et biochimique des cibles. Cette interprétation permettrait de rendre utiles les algorithmes développés dans des études spécifiques pour les applications plus générales. Ce numéro spécial sert bien ce principe directeur dans les applications en télédétection et pourrait être considéré comme faisant partie de l'héritage de l'influence du professeur Miller sur la communauté de la télédétection terrestre, au-delà de son cercle intime d'influence.

Rédacteurs invités

**Jing M. Chen**

Université de Toronto

**H. Peter White**

Centre canadien de télédétection, Ressources naturelles Canada

#### **Appendice : Synopsis de la carrière en recherche de John R. Miller**

John R. Miller a obtenu en 1963 un baccalauréat en génie (Génie physique) de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon, ainsi qu'une maîtrise ès sciences (1966) et un Ph.D.

Principal Investigator in the Boreal Ecosystem–Atmosphere Study (BOREAS), responsible for the deployment of the Canadian Compact Airborne Spectrographic Imager (*casi*) for images of forested and fen test sites. This began a new focus of his research over the next 15 years: the development and evaluation of algorithms and radiative transfer models to retrieve canopy biophysical variables for forestry and agriculture applications, therefore the theme of this special issue dedicated to his career.

John Miller has devoted his career to the development of remote sensing science, to help transform remote sensing from a strictly image-based statistical tool to a quantitative approach to retrieval of biophysical information about the land surface. To date, his research laboratory has contributed to 28 M.Sc. and Ph.D. graduate degrees, 90 refereed journal publications, and 130 international conference papers. Particular recognition of this research excellence comes from the Gold Medal Award presented to John in 1996 by the Canadian Remote Sensing Society for “significant long-term contributions to the field of remote sensing in Canada”, and the Canadian Remote Sensing Society Best Thesis Awards given to five graduate students from his research laboratory between 1990 and 2000: three M.Sc. theses and two Ph.D. theses. John’s notable contributions to the remote sensing science community include Member of the Mission Advisory Group for ESA’s Earth Explorer Mission candidate, SPECTRA (2001–2005); member Canadian Hyperspectral User & Science Team; Chair, Review panel for Land Data Products for NASA’s Earth Observing System (EOS)-AM, 1996; Canadian remote sensing representative for the BOREAS science team, 1992–1996; Editorial Board, *International Journal of Remote Sensing* (UK), 1992–1996; Editorial Board, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 1992–1996. Further details about John Miller’s career can be found at his personal Web site: <http://www.yorku.ca/jrmiller>.

(1969) en physique de l’espace de la même université, où il étudiait le phénomène des aurores boréales à l’aide de radiomètres embarqués sur fusée. Il a ensuite complété un stage postdoctoral de deux ans à l’Institut Herzberg du Conseil national de recherches du Canada, à Ottawa. En 1971, il déménagea à l’Université York pour travailler comme responsable scientifique d’un projet sur la conception et l’application d’instrumentation spectroscopique pour la télédétection, ce qui fut le début d’une carrière de plus de 37 ans en télédétection. Il s’est joint à l’Université York à titre de professeur en 1972, où il a travaillé comme professeur au Département de physique et d’astronomie ainsi qu’au Département des sciences et du génie de la terre et de l’espace. Ses premiers intérêts de recherche incluaient la correction atmosphérique et l’extraction des propriétés biophysiques in situ des constituants à partir de la réflectance de la couleur de l’eau par le biais des modèles de transfert radiatif. De 1993 à 1997, John fut chercheur principal dans le projet BOREAS (« Boreal Ecosystem–Atmosphere Study »), responsable du déploiement du capteur *casi* (« Compact Airborne Spectrographic Imager ») pour les images des sites tests forestiers et de tourbière. Ceci marquait le début d’un nouvel intérêt de recherche pour lui et qui allait se poursuivre au cours des prochaines 15 années : le développement et l’évaluation d’algorithmes et de modèles de transfert radiatif pour extraire les variables biophysiques du couvert pour les besoins des applications en foresterie et en agriculture, d’où le thème de ce numéro spécial dédié à sa carrière.

John Miller a consacré sa carrière au développement de la science de la télédétection afin de permettre le passage de la télédétection d’un outil statistique au sens strict basé sur les images en une approche quantitative pour extraire l’information biophysique de la surface terrestre. À ce jour, son laboratoire de recherche a contribué à l’obtention de 28 diplômes de maîtrise et de doctorat, 90 articles dans des revues à comité de lecture et 130 articles dans des conférences internationales. Une reconnaissance particulière de cette excellence en recherche lui est venue de la Médaille d’Or que la Société canadienne de télédétection lui a remise en 1996 pour « contributions significatives à long terme au domaine de la télédétection au Canada » ainsi que des Prix de la meilleure thèse étudiante de la Société canadienne de télédétection attribués à cinq étudiants de son laboratoire de recherche entre 1990 et 2000 : trois de niveau maîtrise et deux de niveau doctorat. Parmi ses contributions les plus marquantes à la science de la télédétection, notons : membre du « Mission Advisory Group » pour le candidat de l’ESA à la mission « Earth Explorer Mission » SPECTRA (2001–2005); membre du « Canadian Hyperspectral User & Science Team »; président du comité de révision pour les produits de données terrestres pour le système « Earth Observing System » (EOS)-AM de la NASA, 1996; représentant canadien en télédétection de l’équipe scientifique de BOREAS, 1992–1996; membre du Comité de rédaction, « *International Journal of Remote Sensing* » (Royaume-Uni), 1992–1996; membre du Comité de rédaction, *Journal canadien de télédétection*, 1992–1996. Pour plus d’information, veuillez consulter sa page Web personnelle à l’adresse <http://www.yorku.ca/jrmiller>.