Near Earth Architectural Options for a Future Deep Space Optical Communications Network

B.L.Edwards, P.E. Liebrecht, and R.J. Fitzgerald

NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA.

In the near future the National Aeronautics and Space Administration anticipates a significant increase in demand for long-haul communications services from deep space to Earth. Distances will range from 0.1 to 40 AU, with data rate requirements in the 1's to 1000's of Mbits/second. The near term demand is driven by NASA's Space Science Enterprise which wishes to deploy more capable instruments onboard spacecraft and increase the number of deep space missions. The long term demand is driven by missions with extreme communications challenges such as very high data rates from the outer planets, supporting sub-surface exploration, or supporting NASA's Human Exploration and Development of Space Enterprise beyond Earth orbit. Laser communications is a revolutionary communications technology that will dramatically increase NASA's ability to transmit information across the solar system. Lasercom sends information using beams of light and optical elements, such as telescopes and optical amplifiers, rather than RF signals, amplifiers, and antennas.

This paper provides an overview of different network options at Earth to meet NASA's deep space lasercom requirements. It is based mainly on work done for the Mars Laser Communications Demonstration Project, a joint project between NASA's Goddard Space Flight Center (GSFC), the Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology (JPL), and the Massachusetts Institute of Technology Lincoln Laboratory (MIT/LL). It reports preliminary conclusions from the Mars Lasercom Study conducted at MIT/LL and on additional work done for the Tracking and Data Relay Satellite System Continuation Study at GSFC. A lasercom flight terminal will be flown on the Mars Telesat Orbiter (MTO) to be launched by NASA in 2009, and will be the first high rate deep space demonstration of this revolutionary technology.

MONTRÉAL

Located about an hour from the U.S. border in south-western Québec, Montréal is the largest French-speaking city in North America. This is not a sprawling urban centre by North American standards, and that's part of Montréal's charm. Montréal, safe, clean and green, this city is good to her citizens and guests alike, who lunch and lounge on *terrasses* for nice, long sessions of people-watching (a sacred Montréal ritual), stroll, hike or bike on Mount Royal. The visual arts flourish here, too, at the Montreal Museum of Fine Arts, the Musée d'art contemporain, and hundreds of top-notch local galleries. In fact, Montréal has an international reputation for creative excellence, not just in the traditional arts, but in cutting-edge technology, multimedia, sound and film production.

Située au sud-ouest du Québec, à seulement une heure de la frontière américaine, Montréal est la plus importante ville francophone en Amérique du Nord. Les Montréalais et leurs invités y sont en sécurité, dans un environnement propre, sain et vert. Ils se prélassent et s'attardent sur les terrasses, se livrant à leur loisir favori qui est d'admirer les passants et les passantes. Ils font du vélo et de la marche à pied ou de l'observation d'oiseaux dans le parc du Mont-Royal. La scène culturelle présente les mêmes contrastes, la musique folklorique et la chanson québécoise fleurissant au même rythme que les expositions d'art contemporain ou les spectacles de danse moderne. En fait, Montréal détient une réputation internationale de créativité, non seulement dans les arts traditionnels, mais aussi dans les domaines en émergence que sont le multimédia, la production d'effets spéciaux et les nouvelles technologies du cinéma.

EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPACE OPERATIONS
HUITIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES OPÉRATIONS SPATIALES

SPACEOPS 2004

A Global Enterprise
Une entreprise globale

May 17-21, 2004 17-21 mai 2004
MONTRÉAL, CANADA

www.spaceops2004.org

SpaceOps 2004

MONTRÉAL, CANADA
17-21 MAY/MAI 2004

Bonjour! The Canadian Space Agency (CSA) cordially invites you to **SpaceOps 2004**, an international conference on space operations to be held May 17 to 21, 2004, in Montréal, Québec, Canada. The theme for the conference is "SpaceOps - A Global Enterprise".

SpaceOps is an international and multi-disciplinary organization dedicated to exploring all aspects of space mission operations and their ground-based systems, and in promoting and maintaining an international community of experts from government, academia and industry.

The SpaceOps 2004 conference will address modern approaches and techniques, focusing upon the emerging global and business-oriented nature of space operations in the modern world environment. This will provide an excellent opportunity for experts to exchange useful information and ideas related to all types of space missions, from scientific, operational or commercial satellites to human flight and to deep space exploration. It will also embrace some crucial operational realities, such as launch operations, robotics, automation and global networks.

SpaceOps 2004 Highlights

Technical Program

- *Cross Support and Interoperability*
- Ground Segment Engineering and Architectures
- Operations, Mission Planning, and Control
- Operations Management
- Standardization and Enabling Technologies
- Specialty Operation Services

Bonjour! L'Agence spatiale canadienne (ASC) est heureuse de vous inviter à **SpaceOps 2004**, une conférence internationale sur les opérations spatiales qui aura lieu du 17 au 21 mai 2004 à Montréal, Québec, Canada. Le grand thème de la conférence sera « SpaceOps - Une entreprise globale ».

SpaceOps est une organisation internationale et multidisciplinaire qui se consacre à l'étude de tous les aspects touchant les opérations de mission spatiale et leurs systèmes terriens ainsi qu'à la promotion et au maintien d'une communauté internationale d'experts venant des gouvernements, des universités et de l'industrie.

La conférence SpaceOps 2004 portera notamment sur les approches et techniques modernes et mettra l'accent sur la nature mondiale et commercialisable des opérations spatiales dans le monde actuel. Un tel environnement donnera aux experts une excellente occasion d'échanger des informations utiles et des idées concernant tous les types de missions spatiales allant des satellites scientifiques, opérationnels ou commerciaux, aux vols habités, en passant par l'exploration de l'espace lointain. On abordera également certaines réalités opérationnelles cruciales comme les opérations de lancement, la robotique, l'automatisation et les réseaux globaux.

Points saillants de SpaceOps 2004

Programme technique

- *Appui réciproque et interopérabilité*
- Ingénierie et architectures des secteurs terriens
- Opérations, planification de mission et contrôle
- Gestion des opérations
- Normalisation et technologies habilitantes
- Services d'exploitation particuliers

About Papers

We invite you to submit papers to the 8th International Conference on Space Operations.

The Call for Papers will be coming soon and the deadline for the submission for abstracts will be in the fall of 2003. You will then be requested to submit your draft presentation in January 2004.

Exhibition, Displays, Sponsorships and More

- Oral presentations
- Interactive poster presentations
- A variety of social events
- Up to 50 organizations exhibiting their latest products and services
- Opportunity to conduct one-on-one consultations
- Opportunities for sponsorship available

Exhibition space will be made available on a first-come first-served basis. The exhibit space rental includes a standard 8 x 10 foot booth area.

Host

The Space Operations Branch of the Canadian Space Agency is organizing this conference in collaboration with Telesat Canada and the National Research Council of Canada (NRC).

For further information about the conference, please visit our web site **www.spaceops2004.org**.

See you all in Montréal in May 2004!

Dr. Surendra Parashar, Conference Chair

À propos des exposés

Nous vous invitons à soumettre des exposés dans le cadre de la 8e Conférence internationale sur les opérations spatiales.

Prochainement, les invitations à soumettre des exposés seront envoyées et l'échéancier pour le dépôt des abrégés sera à l'automne 2003. Par la suite, on vous demandera de soumettre l'ébauche de votre présentation pour janvier 2004.

Exposition, affichage, parrainage et plus encore

- Présentations orales
- Présentations interactives d'affiches
- Nombreuses activités sociales
- Plus de 50 organismes présenteront leurs plus récents produits et services
- Occasion de mener des consultations directes
- Possibilité de parrainage pour diverses activités

Les espaces réservés aux expositions seront attribués sur la base du premier arrivé, premier servi. La location d'un espace d'exposition comprend une surface de 8 pi x 10 pi.

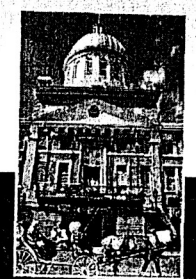
Hôte

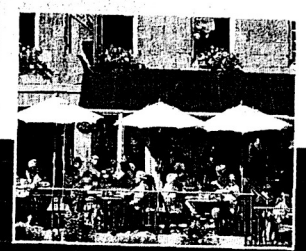
La Direction des opérations spatiales de l'Agence spatiale canadienne organise cette conférence en collaboration avec Telesat Canada et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC).

Pour obtenir de plus amples renseignements sur la conférence, visitez notre site Web à l'adresse suivante : **www.spaceops2004.org**.

Au plaisir de vous voir à Montréal en mai 2004!

M. Surendra Parashar, Président de la conférence





Canadian Space Agency / Agence spatiale canadienne — Telesat — National Research Council Canada / Conseil national de recherches Canada — Canada