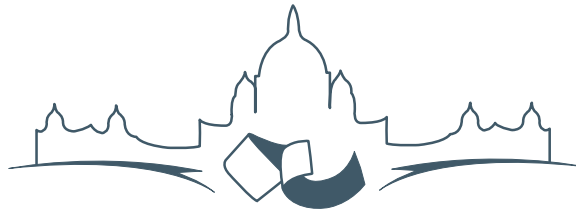

Journal de l'OSGeo

Le journal de la Fondation Open Source Geospatial

Volume 3 / Décembre 2007



2007 FREE AND OPEN SOURCE SOFTWARE
FOR GEOSPATIAL (FOS4G) CONFERENCE
VICTORIA CANADA  SEPTEMBER 24 TO 27, 2007

Compte rendu du FOS4G 2007

Intégration & Développement

- Portable GIS : SIG sur une clé USB
- Génération Automatique d'Applications SIG / Base de données sur Internet
- db4o2D - Extension de Base de données Orientée Objet pour les types géospatiaux 2D
- Google Summer of Code pour la géomatique

Intérêt thématique

- Approche générique pour la gestion de standards de métadonnées
- Vers des services web dédiés à la cartographie thématique
- Interopérabilité pour les données géospatiales 3D
- Un Service Web orienté modèle pour une interopérabilité sémantique améliorée
- Spatial-Yap : un système de base de données spatialement déductif

Études de cas

- Le Projet DIVERT : Développement de Télématiques Inter-Véhicules Fiables
 - GRASS et la Modélisation des Risques Naturels
 - Une Base de Données Spatiales pour l'Intégration des Données du Projet de Gestion des Ressources Naturelles du Rondonia
 - GeoSIPAM : Logiciel libre et Open Source appliqué à la protection de l'Amazonie brésilienne
 - Le Système de Suivi de la Déforestation Amazonienne
-

Études de cas

Le Projet DIVERT : Développement de Télématiques Inter-Véhicules Fiabiles

Hugo Conceição, Luís Damas, Michel Ferreira et João Barros, traduit par Marie Silvestre

Introduction

L'avènement de réseaux ad-hoc de communication sans fil entre voitures (car-to-car, C2C), à savoir des groupes de véhicules géo-localisés équipés de manière à pouvoir communiquer entre eux et s'organiser de façon autonome en un réseau collaboratif, laisse entrevoir une myriade de possibilités de partage et d'exploitation d'informations géographiques hautement dynamiques. Le manifeste du Consortium pour la Communication 'CAR 2 CAR' (1) décrit plusieurs scénarios dans lesquels ces réseaux pourraient être utilisés par exemple pour améliorer la sécurité routière (2), pour optimiser l'efficacité du trafic ou pour fournir des informations ou des divertissements au conducteur. Les systèmes *collaboratifs d'avertissement de risque de collision en empilement lorsque les voitures se suivent en file* (voir par exemple (3)), *de détection et d'avertissement de risque d'accident ou de notification de la localisation d'un danger* sont des exemples de telles applications de sécurité routière.

Concernant l'efficacité du trafic, les applications incluent *l'amélioration de la navigation et du guidage,*

où les véhicules équipés utilisent les informations concernant les conditions de trafic collectées auprès des infrastructures routières ou des autres véhicules, pour déterminer l'itinéraire optimal. Une autre application est le *conseil sur la vitesse optimale pour le passage aux feux verts*, où un feu de signalisation est capable de transmettre aux véhicules la vitesse optimale pour adoucir leur conduite et éviter de s'arrêter. De la même manière, la communication sans fil entre des véhicules proches peut fournir une *assistance C2C d'introduction* permettant aux voitures de rejoindre le flux de trafic sans l'interrompre.

Les réseaux ad-hoc de communication C2C sans fil vont également permettre des applications qui ne sont pas directement liées à la sécurité ou à l'efficacité du trafic, telles que la *notification de points d'intérêt* diffusés aux véhicules par les entreprises locales ou les attractions touristiques ou telles que *les diagnostics à distance* des véhicules. Une autre application concerne *l'accès à Internet dans les véhicules* par l'intermédiaire du réseau C2C, permettant de calculer des itinéraires passant par des points d'accès à Internet.

Le déploiement d'un réseau C2C et toutes ses applications soulèvent des défis intéressants. Il est évident qu'une technologie basée sur la communication entre des véhicules nécessite une distribution suffisante sur le marché pour avoir un effet. Le

Consortium pour la Communication C2C a estimé que le taux de pénétration requis est de 5% pour permettre la propagation des informations sur le trafic. Un lancement timide pourrait bloquer de nouveaux clients potentiels quant à l'équipement de leur véhicule avec un tel système de communication. L'adaptabilité du système de communication C2C est un autre point important qui doit être étudié. Le système doit fonctionner dans des situations où le trafic routier est de très faible densité aussi bien que lorsqu'il est de très grande densité, ce qui entraîne différents problèmes techniques. Le développement de protocoles de navigation collaborative est un autre défi relevé par les réseaux C2C. L'objectif de propager des informations sur le trafic est de permettre aux véhicules de calculer dynamiquement l'itinéraire le plus rapide. Clairement, de tels calculs dynamiques doivent se baser sur une collaboration inter véhicules, changeant les itinéraires dans une perspective d'optimisation globale du réseau routier.

Compte tenu de ces défis et de la complexité à modéliser les comportements de déplacement dans des systèmes de trafic distribués à grande échelle (voir par exemple (4)), le développement d'outils de simulation réaliste est une étape vitale pour le succès de l'implantation d'un réseau C2C. Motivés par ce besoin, nous présentons ici un framework open source de simulation temps-réel pour le déplacement de véhicules dans différents environnements routiers, incluant plusieurs états de conduite, la communication entre véhicules et des capacités de visualisation sophistiquée. Notre simulateur jette les bases d'une approche systématique permettant de quantifier les compromis de performance à faire entre variables pertinentes telles que le rayon de transmission, la part des véhicules qui communiquent, la fraîcheur des données et la connectivité du réseau, tout cela mettant en avant la dynamique d'une navigation coopérative.

Le Simulateur DIVERT

D'un point de vue abstrait, le réseau routier peut être vu comme un grand graphe dont la topologie est statique et déterminée par la géographie, par dessus lequel nous avons un graphe de communications aléatoires dont la concrétisation spatiale et le schéma de connectivité de chaque point dans le temps sont déterminés à la fois par la position des véhicules circulant sur le réseau routier et par les aspects transmission de l'interface sans fil qu'ils utilisent pour communiquer. Pour obtenir un modèle

de graphe routier réaliste, nous pourrions avoir recours à des informations géographiques de plus en plus disponibles alors que les caractéristiques des transmissions sans fil ont fait l'objet d'une étude approfondie, fournissant des modèles aléatoires très utiles et dont la complexité varie (voir par exemple (5)). Étant donné ces deux aspects, nous structurons notre prototype de simulation (appelé DIVERT - Development of Inter-VEhicular Reliable Telematics) en deux couches : une couche de simulation du trafic basée sur le réseau routier ; et une couche télématique sans fil basée sur le graphe de communications aléatoires. Nous décrivons ces deux couches ci-après.

Couche Trafic

L'information géographique qui permet à la couche de simulation du trafic de fonctionner est transmise à DIVERT dans un format couramment utilisé, tel que le format shapefile, qui décrit la géométrie et la connectivité du réseau routier. DIVERT inclut une interface utilisateur sophistiquée qui permet d'éditer les segments routiers de base pour les enrichir d'informations de bas niveau décrivant les entités de trafic. La figure 1 présente une copie d'écran de cette interface.

Actuellement, DIVERT a été créé pour utiliser les informations géographiques de la ville de Porto, la deuxième plus grande ville du Portugal. Son réseau routier couvre une superficie de 62 kilomètres carrés, avec 1941 rues comptabilisant une longueur totale de 965 kilomètres.

Dans DIVERT, nous modélisons deux types de véhicules : des véhicules qui circulent et qui communiquent, appelés *senseurs* ; et des véhicules qui circulent seulement. Pour chaque type de véhicule, DIVERT distingue, en plus les véhicules de taille normale, ceux de grande taille, en association avec les schémas de déplacement de chacun. Ces schémas de déplacement sont également influencés par une initialisation aléatoire d'attributs tels que l'accélération, le freinage, l'agressivité et la tolérance aux risques. Les senseurs ont un attribut de plus concernant le rayon de transmission sans fil.

DIVERT utilise les couches d'information géographique suivante pour le réseau routier :

1. Deux simples couches des axes centraux des routes représentant, au travers des polygones, la géométrie des segments de routes et leur connectivité topologique. Ces couches peuvent être transmises à DIVERT en tant que shapefile. Une copie de ces couches est présente dans

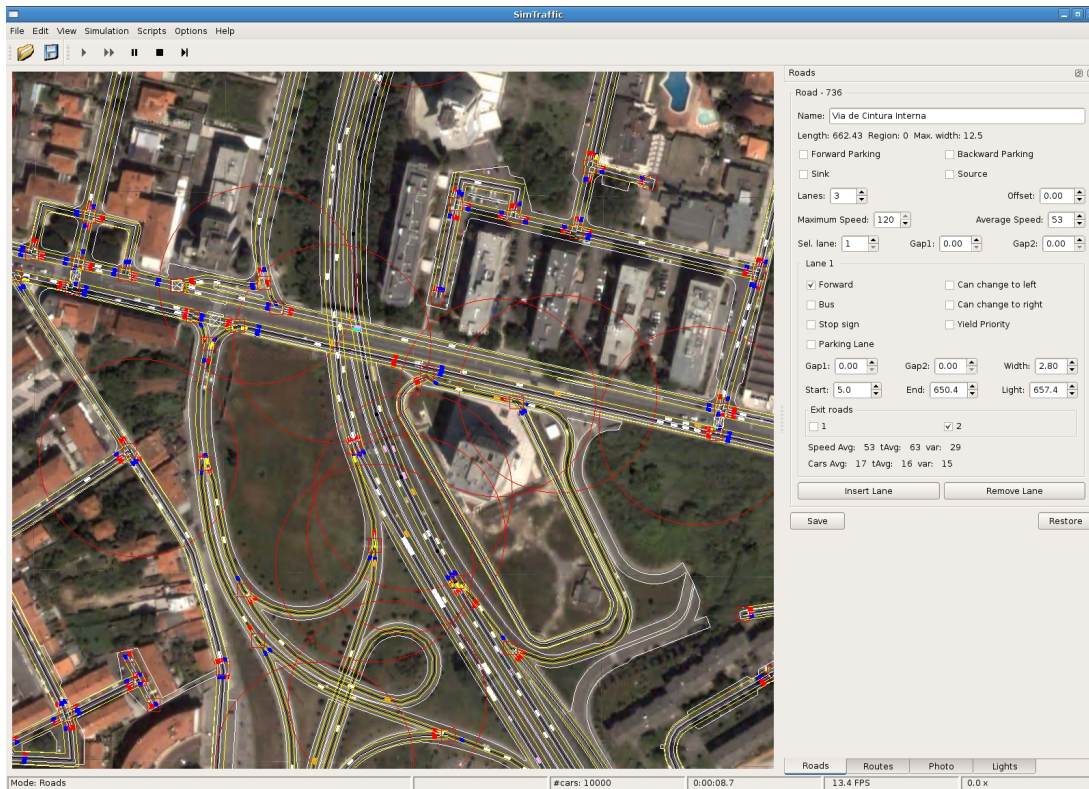


FIG. 1: L'interface d'édition de la route de DIVERT

chaque senseur et est utilisé pour le positionnement GPS et pour la propagation collaborative des conditions de circulation sur les segments de route.

Les couches de bas niveau décrivent en détail le réseau routier de Porto, incluant les informations sur les voies, leur connectivité, la visibilité des intersections, la localisation des feux de signalisation, les relations entre les feux de signalisation, les limitations de vitesse sur les segments de route et les stationnements. Ces couches doivent être éditées via l'interface DIVERT et sont utilisées par le simulateur de trafic.

Une couche raster d'images satellites de la zone de simulation améliore la visualisation du trafic dans notre prototype, qui se base pour le moment sur des données 2D. Le travail sur un modèle 3D est en cours, il permettra non seulement de simuler des accélérations plus réalistes, dépendant de la pente, mais également d'améliorer le modèle de rayon de transmission sans fil qui dépend des effets d'atténuation, de réflexion et d'ombrage en se basant sur une couche 3D de bâtiments.

Concernant les itinéraires des véhicules, DIVERT utilise actuellement un modèle hybride entre des itinéraires pré-définis et des itinéraires générés aléatoirement. Pour les itinéraires générés aléatoirement, notre système sélectionne arbitrairement un point de départ et une destination et calcule l'itinéraire en se basant sur un algorithme du plus court chemin, soit en distance soit en temps. Le chemin le plus court en temps utilise non seulement les limitations de vitesse des segments mais principalement la calibration dynamique de la mobilité moyenne provenant des précédents résultats de simulation. Les routes pré-définies ont une fréquence associée et sont choisies avec soins pour que la simulation se rapproche de la perception que nous avons de la distribution du trafic dans notre cas d'étude actuel, i.e. la ville de Porto. La figure 2 montre l'interface de DIVERT pour créer un itinéraire pré-défini.

La simulation du trafic est paramétrée par le nombre de véhicules et le pourcentage de senseurs parmi ces véhicules. La simulation est initiée en plaçant chaque véhicule de manière aléatoire sur un point de son itinéraire. Les véhicules qui arrivent à leur destination sont retirés. De nouveaux véhicules apparaissent également en cours de simulation, soit

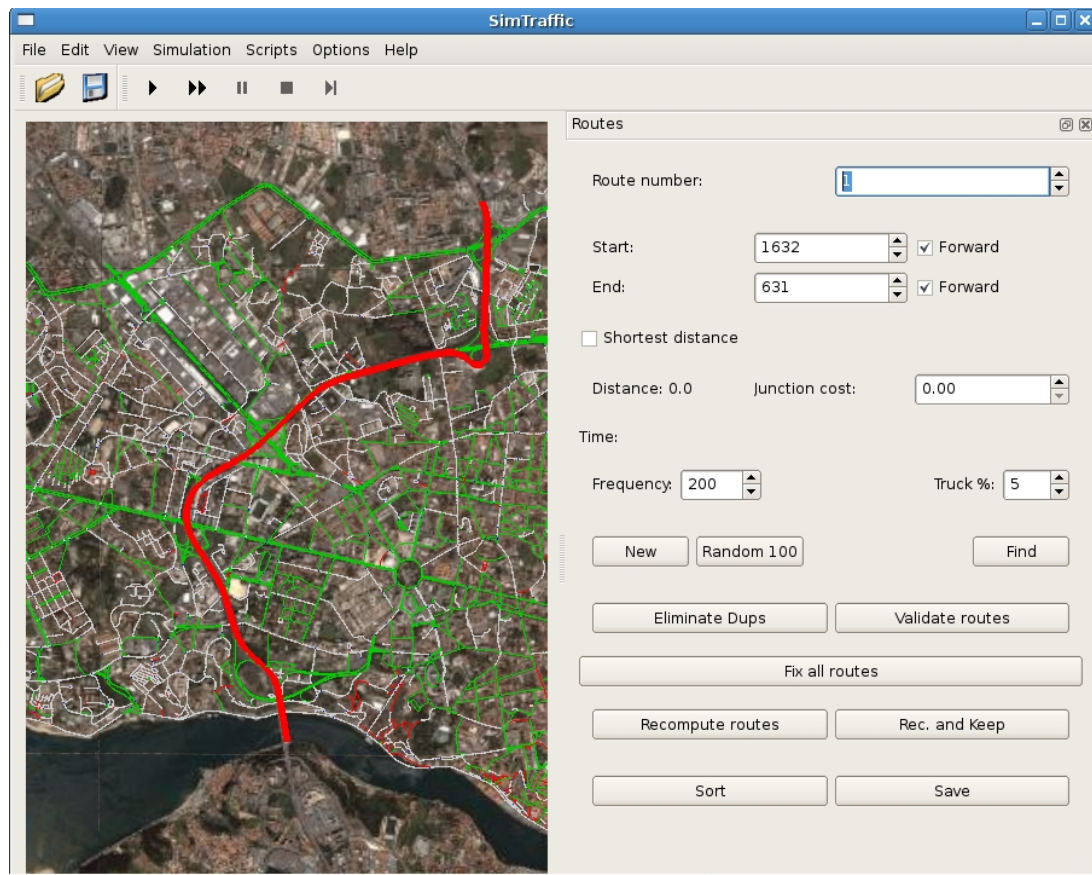


FIG. 2: Création d'itinéraires pré-définis dans DIVERT

au niveau de leur point d'entrée sur la carte soit à partir d'un stationnement, de sorte que DIVERT essaie de maintenir un nombre constant de véhicule pour la simulation.

Il est important de noter que la micro-simulation simultanée de milliers de véhicules, avec le degré de sophistication offert par DIVERT, représente un défi majeur en terme d'optimisation des algorithmes et d'efficacité des structures de données. L'implémentation de DIVERT est multi-thread, exploitant les architectures multi-coeurs de processeurs d'aujourd'hui. Une partitionnement géographique de la zone de simulation est effectuée, permettant à chaque partition d'être simulée indépendamment par un thread.

Couche Télématique Sans Fil

Afin de saisir les aspects de communication entre véhicules, il est nécessaire de définir le niveau d'abstraction en lien avec le canal de communication physique et l'architecture du protocole. À ce niveau préliminaire, nous avons opté pour un modèle

très simple, dans lequel les véhicules communiquent entre eux si leur éloignement est inférieur à un certain seuil, déterminé par le rayon de transmission. Le graphe géométrique aléatoire qui en résulte est largement acceptable en tant qu'une simple mais cependant raisonnable approximation du premier ordre du schéma de connectivité atteint par les réseaux ad-hoc mobiles (6). Une approche plus élaborée serait de considérer la perte du signal, les signaux multiples et les effets d'affaiblissement mais cela serait très pénalisant, en termes de complexité de simulation. Une autre alternative serait de considérer les collisions et les pertes de paquets sur le réseau sans fil. Nous sommes actuellement en train de considérer la possibilité d'intégrer ces aspects dans notre simulation afin d'obtenir un profil de connectivité plus riche.

La couche télématique sans fil simule la communication entre les véhicules. Plusieurs protocoles entre les véhicules peuvent être intégrés dans cette couche, tels que les protocoles utilisés pour des applications de sécurité ou pour la propagation des conditions de circulation et pour la navigation colla-

borative. L'implémentation de cette couche télématique sans fil dépend de la couche de simulation du trafic qui joue le rôle d'un serveur de positionnement global, émulant un récepteur GPS dans chacun des senseurs. L'interface entre les deux couches est donc réalisée grâce à des commandes de type GPS où le simulateur de trafic génère la position de chaque senseur, en latitude et longitude, leur vecteur de vitesse ainsi que le timestamp global qui permet la synchronisation temporelle pour l'échange de données entre véhicules. Le calcul des véhicules présents dans le rayon de transmission (paramétré) d'un senseur donné, l'implémentation de protocoles d'échange de messages entre les véhicules et le déclenchement des actions basées sur les informations collectées telle que la modification d'un itinéraire sont à la charge de la couche télématique sans fil. L'architecture des deux couches dans DIVERT permet qu'une action déclenchée, telle qu'une modification d'itinéraire, puisse être retransmise à la couche de simulation du trafic, affectant ainsi le comportement du véhicule.

Actuellement, les protocoles que nous avons implémentés en utilisant DIVERT visent à la propagation collaborative d'informations sur la circulation sur chaque segment de route. Chaque senseur stocke une structure de données commune où le couple (*AverageSpeed*, *Freshness*) décrit la vitesse moyenne atteinte par les senseurs traversant chaque segment de route, de même que la quantification de la rapidité de prise en compte de l'estimation de la vitesse moyenne. Ces couples sont mis à jour soit par chaque senseur en se basant sur la route qu'il emprunte et les informations du GPS, soit par les informations agrégées collectées par les communications sans fil diffusées par les autres senseurs. Typiquement les senseurs ne transmettent que des informations sur des segments de route pour lesquels la fraîcheur (*Freshness*) dépasse un certain seuil prédéfini. DIVERT est capable de simuler la propagation des informations de circulation en utilisant différents rayons de transmission sans fil. Nos résultats montrent qu'il existe une valeur critique pour le rayon de transmission au delà de laquelle la diffusion des informations de trafic est suffisante pour qu'un grand nombre de véhicules puissent calculer une carte d'embouteillages compréhensible et précise. Cette observation est liée de façon frappante au phénomène physique de la percolation qui est bien connu pour régir la connectivité de grandes classes de réseaux sans fil (7). Lorsque le rayon de transmission dépasse le seuil critique, le graphe représentant la connectivité sans fil acquiert un composant géant

sur lequel les informations de trafic circulent très vite et sur de longues distances.

Développements à venir

DIVERT est en développement constant. Actuellement l'implémentation compte 50000 lignes de code C++, incluant les composants d'interface graphique et de visualisation. L'interface de DIVERT permet également le lancement de programmes simples, écrits en Python, qui sont très utiles pour permettre à l'application de générer différents types de rapports, des vidéos de simulation ou de l'aide dans l'édition des cartes. Une redéfinition de l'architecture du simulateur en plusieurs modules indépendants est en cours. Notre objectif est d'avoir un grand nombre de modules indépendants qui simplifieront pour une grande communauté d'utilisateurs les modifications du simulateur pour l'adapter à des besoins spécifiques.

Un effort particulier est mis sur le développement d'un langage de spécification qui faciliterait la configuration de DIVERT avec différentes données géographiques. Les couches géographiques servant de base à la simulation s'appuient déjà sur des standards ouverts mais il reste encore de nombreux éléments pour lesquels le manque d'automatisation constitue un obstacle à une large utilisation de DIVERT. En particulier, la calibration réelle des itinéraires et de leur fréquentation est un problème crucial. Nous essayons d'atteindre l'automatisation à travers l'analyse et le traitement des journaux (logs) des téléphones portables qui permettent, dans les environnements urbains, de fournir des descriptions de trajets sur un réseau routier avec une grande précision. Cette technique est connue sous le nom de *floating car data*. L'automatisation de la construction de matrices d'origine/destination réalistes, avec des données géographiques définissant le réseau routier basées sur des standards largement utilisés, fournirait les données nécessaires pour tester DIVERT dans différents scénarios.

Nous continuons la conception, l'implémentation et le test des différents protocoles pour les communications entre véhicules au travers de DIVERT. Nous nous concentrons toujours sur l'efficacité du trafic qui nous a permis de soulever des problèmes concernant l'optimisation collaborative du trafic. Nous espérons voir d'autres protocoles, développés ailleurs dans le monde, utiliser le framework DIVERT et ceci dans tous les domaines de la communication C2C.

Pour ceux qui ont raté la démonstration de DI-

VERT au FOSS4G 2007, une vidéo de simulation est disponible en ligne.²¹

Remerciements

Nous remercions le Conseil Municipal de Porto pour nous avoir fourni les cartes du réseau routier. Ce travail a été en partie financé par la Fondation Portugaise pour la Science et la Technologie (FCT) dans le cadre du projet MYDDAS (POSC/EIA/59154/2004) et par des fonds accordés au LIACC et au IT grâce au Programa de Financiamento Plurianual et au POSC.

Bibliographie

- [1] CAR 2 CAR Communication Consortium Manifesto. Version 1.1 <http://www.car-2-car.org/>, 2007.
- [2] C. L. Robinson, L. Caminiti, D. Caveney, and K. Laberteaux. Efficient coordination and transmission of data for coopera-

tive vehicular safety applications. In *VANET '06 : Proceedings of the 3rd international workshop on Vehicular ad hoc networks*, pages 10–19, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.

- [3] X. Yang, J. Liu, F. Zhao, and N. H. Vaidya. A vehicle-to-vehicle communication protocol for cooperative collision warning. In *MobiQuitous*, pages 114–123. IEEE Computer Society, 2004.
- [4] A. K. Saha and D. B. Johnson. Modeling mobility for vehicular ad-hoc networks. In *VANET '04 : Proceedings of the 1st ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks*, pages 91–92, New York, NY, USA, 2004. ACM Press.
- [5] P. Gupta and P. Kumar. The capacity of wireless networks. *Information Theory, IEEE Transactions on*, 46(2) :388–404, 2000.
- [6] F. Xue and P. Kumar. The Number of Neighbors Needed for Connectivity of Wireless Networks. *Wireless Networks*, 10(2) :169–181, 2004.
- [7] L. Booth, J. Bruck, M. Franceschetti, and R. Meester. Covering algorithms, continuum percolation and the geometry of wireless networks. *Ann. Appl. Probab.*, 13(2) :722–741, 2003.

Hugo Conceição
DCC-FC & LIACC, University of Porto
hc AT dcc.fc.up.pt

Luís Damas
DCC-FC & LIACC, University of Porto
luis AT dcc.fc.up.pt

Michel Ferreira
DCC-FC & LIACC, University of Porto
michel AT dcc.fc.up.pt

João Barros
DCC/FC & IT - University of Porto
barros AT dcc.fc.up.pt

²¹Démonstration de DIVERT au FOSS4G2007 : <http://myddas.dcc.fc.up.pt/divert/>

The [Open Source Geospatial Foundation](http://www.osgeo.org), or OSGeo, is a not-for-profit organization whose mission is to support and promote the collaborative development of open geospatial technologies and data. The foundation provides financial, organizational and legal support to the broader open source geospatial community. It also serves as an independent legal entity to which community members can contribute code, funding and other resources, secure in the knowledge that their contributions will be maintained for public benefit. OSGeo also serves as an outreach and advocacy organization for the open source geospatial community, and provides a common forum and shared infrastructure for improving cross-project collaboration.

Publié par l'OSGeo, le Journal de l'OSGeo a pour objectif de publier les résumés des conférences, étude de cas et introduction, et les concepts liés à l'open source et aux logiciels en géomatique.

Équipe éditorial :

- Angus Carr
- Mark Leslie
- Scott Mitchell
- Venkatesh Raghavan
- Micha Silver
- Martin Wegmann

Rédacteur en Chef :

Tyler Mitchell - [tmitchell AT osgeo.org](mailto:tmitchell@osgeo.org)

Remerciements

Divers relecteurs & le project GRASS News

Le *Journal de l'OSGeo* est une publication de la *Fondation OSGeo*. La base de ce journal, le source des styles L^AT_EX 2_ε a été généreusement fournie par le bureau d'édition de GRASS et R.



Ce travail est sous licence Creative Commons Attribution-No Derivative Works 3.0 License. Pour lire une copie de cette licence, visitez : creativecommons.org.



All articles are copyrighted by the respective authors — contact authors directly to request permission to re-use their material. See the OSGeo Journal URL, below, for more information about submitting new articles.

Journal en line : <http://www.osgeo.org/journal>

OSGeo Homepage : <http://www.osgeo.org>

Courrier postal : OSGeo

PO Box 4844, Williams Lake,

British Columbia, Canada, V2G 2V8

Téléphone : +1-250-277-1621



ISSN 1994-1897

This PDF article file is a sub-set from the larger
OSGeo Journal. For a complete set of articles
please the Journal web-site at:

<http://osgeo.org/journal>