



NETWORK PROJECT

SEISMOSTORM

Making Analog Seismograms FAIR to Enable Research

Contract - B2/202/P2/SEISMOSTORM

RESUME

PROMOTORS:

Thomas LECOCQ (ORB-KSB)
Olivier DEBEIR (ULB)

AUTHORS:

Raphaël DE PLAEN (ORB-KSB)
Thomas LECOCQ (ORB-KSB)
Olivier DEBEIR (ULB)
Polina LEMENKOVA (ULB)



Contexte

Les sismographes ont enregistré les mouvements du sol depuis la fin du XIXe siècle jusqu'à l'apparition des enregistrements numériques dans les années 1970 (Okal, 2015). Les enregistrements sismiques pré-numériques étaient généralement créés en utilisant de l'encre sur du papier blanc, en grattant du papier noir fumé ou en utilisant de la lumière sur du papier photographique. La plupart de ces anciennes données sismiques étant désormais stockées dans des archives et exposées à la dégradation physique, plusieurs projets au cours des 20 dernières années (e.i., Bent et al., 2020; Ferrari & Pino, 2003) ont commencé à consacrer des ressources à leur numérisation afin de préserver et d'exploiter la richesse scientifique inexplorée qu'elles contiennent et, en retour, de les faire entrer dans l'ère de la sismologie moderne. Cet effort est devenu de plus en plus important en raison du risque croissant de perdre définitivement ces sismogrammes papier vieillissants, combiné à leur potentiel exclusif récemment découvert pour récupérer le climat océanique mondial du siècle dernier (Lecocq et al., 2020).

Objectifs

L'Observatoire royal de Belgique (ORB) possède de vastes archives de données sismiques anciennes (Van Camp & Camelbeeck, 2004), dont certaines ont été récemment numérisées. Notre projet a utilisé la vision par ordinateur et des approches d'apprentissage automatique récemment développées pour numériser les données de forme d'onde extraites de ces images numérisées. Ce processus aboutit à la création de séries temporelles sismiques calibrées et codées, qui peuvent ensuite être diffusées à la communauté scientifique par l'intermédiaire de services web internationaux suivant des normes définies par la communauté sismique.

En donnant accès à des données sismiques continues couvrant le siècle dernier, le projet vise à faciliter l'étude des climats océaniques historiques à l'aide de données sismiques et à améliorer l'accessibilité aux outils nécessaires aux efforts de numérisation dans divers instituts, observatoires et universités. En outre, la large disponibilité de données d'observation quantitatives provenant du monde entier permettra d'améliorer considérablement les modèles de vagues océaniques du 20e siècle, contribuant ainsi à la recherche sur le climat.

Conclusions

Nous avons méticuleusement compilé toutes les informations sur les archives sismiques de l'ORB, ainsi que leurs métadonnées. Notre décision de nous concentrer sur les données Galitzin a été motivée par la réponse élevée des instruments dans la bande de fréquence microsismique, ce qui les rend idéaux pour l'analyse de l'état de la mer. Nous avons développé un algorithme pour vectoriser et extraire des formes d'ondes sismiques numériques à partir de sismogrammes scannés en utilisant des techniques traditionnelles de vision par ordinateur, complétées par un module distinct utilisant des réseaux neuronaux profonds pour traiter des scénarios plus complexes, tels que l'entrecroisement de lignes induit par des événements de forte amplitude comme les tremblements de terre. Nous avons également mis au point un outil permettant de

comparer les formes d'ondes vectorisées avec les mouvements du sol microsismiques théoriques dérivés des modèles océaniques WaveWatch III, ce qui facilite la validation initiale des séries temporelles.

Les travaux menés dans le cadre de ce projet sont en constante évolution afin de garantir leur utilité durable pour le plus grand nombre. En outre, le projet a apporté des contributions significatives à la communauté scientifique au sens large par la création de groupes de travail, la participation à des initiatives internationales, l'organisation de cours de formation et des contributions permanentes à un chapitre de livre. Parallèlement aux efforts de sensibilisation ciblés au sein de la communauté scientifique, des initiatives visant à impliquer le grand public ont également été entreprises.

En outre, le projet a catalysé de nouvelles pistes de recherche et de collaboration, notamment un mémoire de maîtrise en apprentissage automatique, et a créé des synergies bénéfiques avec d'autres projets de l'Observatoire royal de Belgique, tels que Belshake.

Mots-clés

Sismogrammes anciens, microséismes, bruit sismique, tempêtes océaniques, vision par ordinateur, réseaux neuronaux profonds, données analogiques.