



HAL
open science

Détection automatique de canalisations enterrées par raisonnement sur des ontologies de domaine alimentées par des connaissances issues de mesures vibro- acoustiques

Meriem Hafsi, Richard Dapoigny, Philippe Bolon

► To cite this version:

Meriem Hafsi, Richard Dapoigny, Philippe Bolon. Détection automatique de canalisations enterrées par raisonnement sur des ontologies de domaine alimentées par des connaissances issues de mesures vibro- acoustiques. 6èmes Journées Francophones sur les Ontologies JFO 2016, Oct 2016, Bordeaux, France. hal-01384950

HAL Id: hal-01384950

<https://hal.science/hal-01384950>

Submitted on 15 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Détection automatique de canalisations enterrées par raisonnement sur des ontologies de domaine alimentées par des connaissances issues de mesures vibro-acoustiques

Meriem Hafsi— Richard Dapoigny— Philippe Bolon

*Laboratoire LISTIC,
Polytech Anancy-Chambéry / USMB,
5 chemin de Bellevue, 74940 Anancy-le-Vieux, France
{Meriem.Hafsi ; Richard.Dapoigny ; Philippe.Bolon} @univ-smb.fr*

RÉSUMÉ. L'objectif du présent article est la détection automatique des canalisations de gaz, par la méthode gaz tracker, basée sur des ontologies et des règles de raisonnement spatial. Les ontologies de domaine utilisées ici décrivent l'environnement dans lequel les canalisations sont enterrées, leurs matériaux, les produits transportés et les techniques de détection. Des bases de règles sont utilisées à différents niveaux du processus pour le calcul du niveau de confiance de chaque détection. Enfin, nous proposons une méthode de raisonnement pour la détection finale de la canalisation incluant des niveaux de confiance.

ABSTRACT. The purpose of this paper is the automatic detection of gas pipes by the gas tracker method, by using ontologies and spatial reasoning. Domain ontologies describe the environment in which pipelines are buried, their materials, products carried and detection methods. Reasoning rule bases are used at different levels of the process to calculate a confidence level for each detection. The final pipe detection is performed by a spatial reasoning method including confidence evaluation.

MOTS-CLÉS : Ontologie, Représentation des connaissances, Raisonnement, Détection de canalisations, Vibro-acoustique.

KEYWORDS: Ontology, Knowledge representation, Reasoning, Detection of underground pipelines, Vibro-acoustic.

1. Introduction

Les accidents engendrés par les travaux à proximité des réseaux enterrés peuvent être à l'origine de pertes importantes. Les moyens mis à disposition actuellement ne permettent pas de cartographier avec exactitude les réseaux enterrés. Ils dépendent de l'environnement et des propriétés du sol sur lequel les acquisitions sont faites, ce

qui rend les données difficilement interprétables. L'objectif du présent article est l'utilisation d'ontologies pour exploiter certaines informations (sol, canalisations, matériaux, etc.) (INRS, 2014). L'objectif final est de proposer un processus de fusion de connaissances pour détecter des canalisations avec un niveau de confiance élaboré à partir des informations contextuelles de l'opérateur et des données provenant de différents capteurs.

Le gaz tracker (GT) est appareil basé sur la technique vibro-acoustique qui permet de localiser les canalisations de gaz en polyéthylène à partir de mesures du signal perçu présentées sous forme d'histogramme. Le processus de détection consiste à faire plusieurs acquisitions successives en suivant le signal. Une fois les maximums des acquisitions localisés, ils sont connectés entre eux pour définir le tracé de la canalisation. La procédure est réalisée manuellement par l'opérateur qui se base sur des a priori comme un plan, des affleurants, des tranchées, etc. mais elle reste une tâche difficile car les données sont imparfaites (Muggelton, 2013).

2. Problématique et objectifs

Nos travaux s'inscrivent dans le cadre du projet G4M qui a comme objectif l'interprétation automatique des données obtenues par le GT. Pour ce faire, nous proposons une méthode complète de détection de canalisations basée sur des ontologies et des règles de raisonnement.

2.1. Utilisation des ontologies

Pour exploiter les informations sur un terrain, fournies a priori par l'opérateur avec un niveau de fiabilité, nous proposons de les représenter sous forme de connaissances dans des ontologies. L'utilisation d'ontologies permet une meilleure interprétation des données car elles peuvent aussi décrire l'ensemble des paramètres qui interviennent sur le signal émis (Dutta 2013) (Royal 2011).

2.2. Calcul du niveau de confiance de chaque point de détection

Les données réelles sont souvent incomplètes ou erronées ce qui est dû à la variation du signal en fonction de l'environnement. Ainsi, les méthodes de recherche d'un maximum s'avèrent inefficaces face à ce problème particulier. Nous proposons un modèle de calcul d'un niveau de confiance associé à chaque détection en se basant sur les informations récoltées dans les ontologies. Ce modèle utilise plusieurs bases de règles qui s'exécutent lors du processus et qui génèrent des inférences qui adapteront les paramètres du système en fonction de chaque situation.

3.3. Détection de canalisations par raisonnement spatial

Les points de détection obtenus sont dispersés sur la zone géographique étudiée, la détection de la canalisation consiste à connecter l'ensemble des points de

détection et à rechercher des formes par raisonnement spatial (par exemple : alignement de points), en respectant l'architecture des réseaux enterrés définie dans l'ontologie adéquate (Dugat et al., 2002).

3. Représentation des connaissances

Les informations de domaine sont représentées sous forme de connaissances dans des ontologies de domaine. Nous distinguons trois sous-domaines :

- Les informations sur la nature et l'environnement du terrain dans lequel la canalisation est enterrée.
- Les informations sur la structure et composition des réseaux enterrés.
- Les informations sur l'appareil de détection (Gaz Tracker).

Chaque ontologie est créée en utilisant la méthode de développement Methontology. La première étape est la récolte d'informations par l'analyse de manuels et entretiens avec nos collaborateurs industriels. Un modèle conceptuel est ensuite élaboré à partir de ces informations puis formalisé à l'aide des logiques de description (Baader et al, 2003) et enfin implémenté en utilisant l'éditeur Protégé 4.3. Un exemple de formalisation est détaillé ci-dessous :

Methode_Detection \sqsubseteq \forall Detecte. (**Reseau_enterre** \sqcup (\forall Part_Of. **Reseau_enterre**)) \sqcap \forall Injecte. **Signal**

Methode_VibroAcoustique \sqsubseteq \forall Methode_Detection \sqcap \forall Detecte. (\forall Fait_De. **Materiau_Plastique** \sqcap \forall Transporte. (**Eau_Potable** \sqcup **Gaz_Naturel**)) \sqcap \forall Injecte. **Signal_Acoustique**

Gaz_Tracker \sqsubseteq \forall Methode_VibroAcoustique \sqcap \forall Detecte. (\forall Transporte. **Gaz_Naturel**)

Trois ontologies de domaine sont implémentées en reliant leurs concepts à la taxonomie DOLCE (ontologie de haut niveau fiable pour la conception d'ontologies de domaine) et une ontologie d'application G4M_GT est reliée à celles-ci.

4. La démarche proposée

4.1. Acquisition de connaissances

La construction de la base de faits (instanciation de l'ontologie) se fait au cours du processus de géodétection : l'opérateur fournit des informations a priori sur le terrain pour créer la base de faits Terrain qui sera couplée avec la Abox initiale. Si l'opérateur dispose d'un plan, des informations sur les canalisations existantes sont récoltées et alimentent l'Abox Réseaux Enterrés. Après la phase préparatoire, l'opérateur initie les acquisitions GT. Chaque acquisition est composée de plusieurs mesures et chaque mesure contient plusieurs informations numériques. Ces informations sont enregistrées dans l'Abox GT pour ensuite être couplée avec

l'Abox précédente. De nouvelles connaissances sont inférées par raisonnement à différents niveaux du processus d'acquisitions comme indiqué sur la figure 1. Ces inférences sont générées par 3 bases de règles préalablement définies.

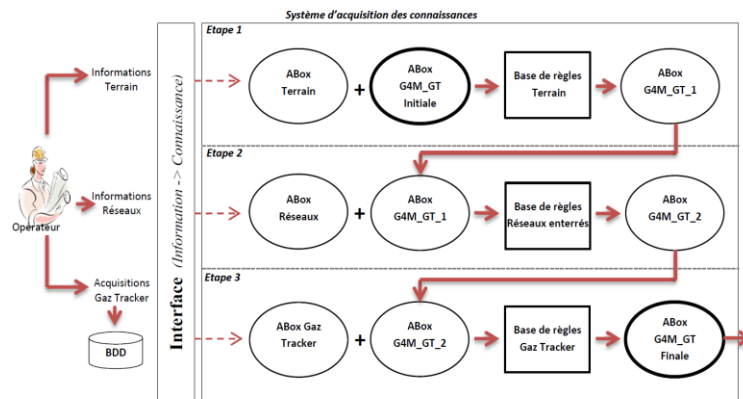


Figure 1. Le système d'acquisition de connaissances

4.2. Calcul et sélection des points de détection

Cette étape consiste à rechercher les points potentiels de détection. Chaque point correspond à la mesure où le signal est maximum tout en respectant une décroissance avant et après celui-ci. Des méthodes d'analyse d'histogramme, des approximations polynomiales ou moindres carrés peuvent être utilisées pour résoudre ce type de problème. Néanmoins, ces méthodes nous semblent inefficaces car les données GT sont souvent incomplètes ou erronées. Pour cela, nous proposons une méthode adaptative basée sur des règles logiques calculant un niveau de confiance pour chaque mesure $m(i,j)$. Ce modèle attribue un niveau de confiance compris entre 0 et 100 et est composé d'une base de 23 règles qui permettent de vérifier que la mesure m correspond à la position de la canalisation. Si les règles sont satisfaites alors le niveau de confiance calculée pour cette mesure est égal à 100. Si une règle est satisfaite alors la condition obtient une valeur de 1 et 0 sinon.

4.3. Détection de la canalisation par raisonnement spatial

Une liste décroissante de détections potentielles est retenue pour chaque acquisition et les points potentiels sont reliés entre eux suivant le raisonnement associé à l'ontologie des réseaux enterrés. Notre processus de raisonnement spatial consiste à relier chaque suite de points pour constituer des segments. Chaque segment se voit attribuer un niveau de confiance calculé à partir des deux points l'ayant généré. Un niveau de confiance est calculé pour l'angle fait par le segment entrant et le segment sortant pour évaluer la cohérence des points sélectionnés.

5. Etude de cas

L'étude a été menée sur un terrain en asphalte, sec et comprimé. Une zone est délimitée (20m x 15m) et des informations nécessaires à la détection sont récoltées (nature du sol, compactage, humidité, etc.). Une étude des affleurants présents sur le terrain a été faite, un accès à un réseau de gaz en polyéthylène a été effectué ce qui implique l'utilisation du GT. Les acquisitions GT ont permis de détecter le signal émis dans la canalisation transportant du gaz comme indiqué sur le plan de la figure 2d. Les mesures obtenues sont prétraitées comme indiqué dans la figure 2a. La figure 2b présente les points potentiels sélectionnés après le calcul de leur confiance. Le niveau de confiance est représenté par une couleur : Blanc (0%), Magenta (1%) à Noir (100%). La figure 2c présente la canalisation détectée avec des niveaux de confiance attribués aux segments. L'analyse des résultats obtenus nous a montré que les segments ayant obtenu un niveau de confiance avoisinant les 100% correspondent bien à la vérité terrain et les segments ayant un niveau de confiance plus bas sont erronés et présentent des anomalies.

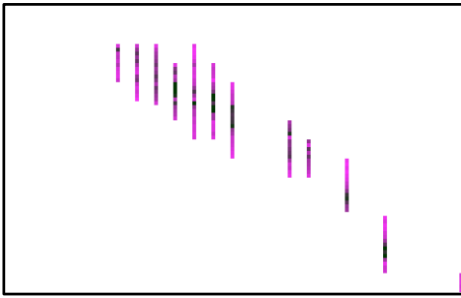


Figure 2a : Données filtrées

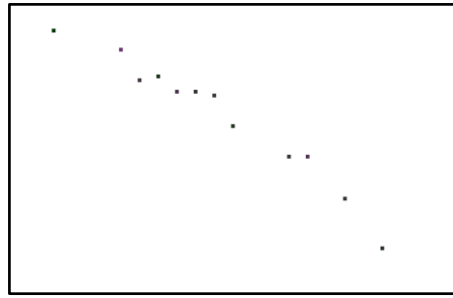


Figure 2b : points potentiels de détection

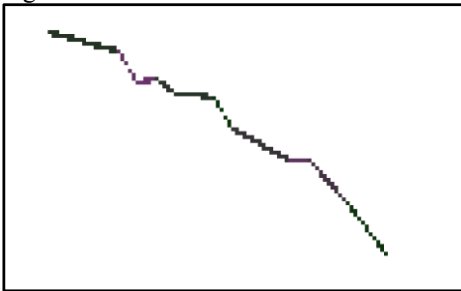


Figure 2c : Canalisation détectée avec des niveaux de confiance

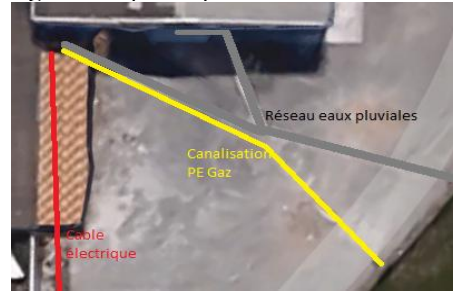


Figure 2d : Vérité terrain estimée

6. Conclusion et Perspectives

Dans ce présent article, nous nous sommes intéressés au problème de la géodétection des réseaux enterrés transportant du gaz. Nous avons proposé une méthode basée sur la description de connaissances dans des ontologies et le raisonnement à différents niveaux. Le premier type de raisonnement est l'utilisation

de règles de raisonnement pour fixer les paramètres de traitement, le deuxième porte sur l'utilisation d'une base de règles pour le calcul du niveau de confiance de chaque mesure et le dernier est le raisonnement spatial pour la détection de la canalisation. La méthode proposée est originale puisque c'est un domaine d'application récent, qui a pour premier objectif l'automatisation d'un processus et comme second objectif, l'implémentation de traitements complexes et intelligents. Nos futurs travaux porteront sur la recherche de nouveaux modèles et sur l'enrichissement de nos bases de faits pour améliorer la détection de réseaux enterrés.

7. Remerciements

Les travaux présentés dans cet article sont réalisés dans le cadre du projet G4M et sont financés par la BPI France. Nous remercions Philippe Picon de la société MADE pour sa collaboration.

8. Bibliographie

- Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Patel-Schneider P., *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Application*, Cambridge University Press, 2003.
- Bennett B., A categorical axiomatisation of region-based geometry, *Fundamenta Informaticae*, pp 145-158, 2001.
- Dugat V., Gambarotto P., Larvor Y., Shape representation : from Computational Geometry to Mereogeometry, *Procs of the Fifteenth European Conference on Artificial Intelligence*, pp 25-29, 2002.
- Dutta R., Cohn A.G., Muggelton J.M., 3D Mapping of buried underground infrastructure using dynamic Bayesian network based multi-sensory image data fusion, *Journal of Applied Geophysics*, pp 8-19, 2013.
- GRDF, Guide technique relatif aux travaux à proximité des réseaux, Juin 2012.
- INRS, Travaux à proximité des réseaux enterrés et investigations complémentaires sans fouille, Aide-mémoire technique ED6164, 2014.
- MADE Société, Fiche produit GAS TRACKER 2.
- Muggelton J.M., Rustighi E., 'Mapping the Underworld': recent developments in vibro-acoustic techniques to locate buried infrastructure, *Géotechnique Letters* 3 No. 3, pp 137-141, 2013.
- Pierkot C., A geographic standards based metamodel to formalize spatio-temporal knowledge in remote sensing application, *ER Workshops*, pp 304-313, 2012.
- Royal A., Cohn G.A. et al, Site assessment of multiple-sensor approaches for buried utility detection, *International Journal of Geophysics*, pp 19, 2011.